

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-307358

(43)Date of publication of application : 02.11.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/095

G11B 7/125

G11B 7/135

(21)Application number : 2000-119919

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 20.04.2000

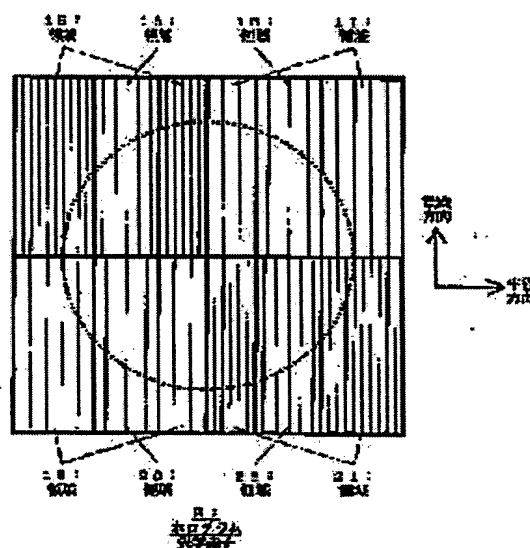
(72)Inventor : KATAYAMA RYUICHI

(54) OPTICAL HEAD DEVICE AND OPTICAL INFORMATION RECORDING/ REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical head device and an optical information recording/reproducing device capable of correctly detecting a radial tilt of an optical recording medium without generating an offset in a radial tilt signal even if an objective lens is shifted in the radial direction of the optical recording medium.

SOLUTION: Exit light from a semiconductor laser is divided into three light of zero-order light being a main beam and ± 1 st-order diffracted light being a sub beam by a diffraction optical element, and three light condensing spots are shifted in the radial direction of a disk and are arranged. Three reflected light from the disk is diffracted as +1st-order diffracted light by a hologram optical element 8 and is received by a photodetector. The radial tilt of the disk for each of the main beam and the sub beam are detected based on the difference between the intensity of +1st-order diffracted light from areas 15, 18, 19, 22 of the hologram optical element 8 and the intensity of +1st-order diffracted light from areas 16, 17, 20, 21 of the same.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3456579

[Date of registration]

01.08.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

6

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-307358

(P2001-307358A)

(43) 公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 1 1 B	7/095	G 1 1 B	G 5 D 1 1 8
	7/125		A 5 D 1 1 9
	7/135		A
			Z

審査請求 有 請求項の数28 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2000-119919 (P2000-119919)

(22) 出願日 平成12年4月20日 (2000.4.20)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 片山 龍一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100065385

弁理士 山下 穰平 /

Fターム(参考) 5D118 AA14 AA18 BA01 CD04 CG04

CG24 CG26 CG33 DC03

5D119 AA29 BA01 EC41 FA08 JA22

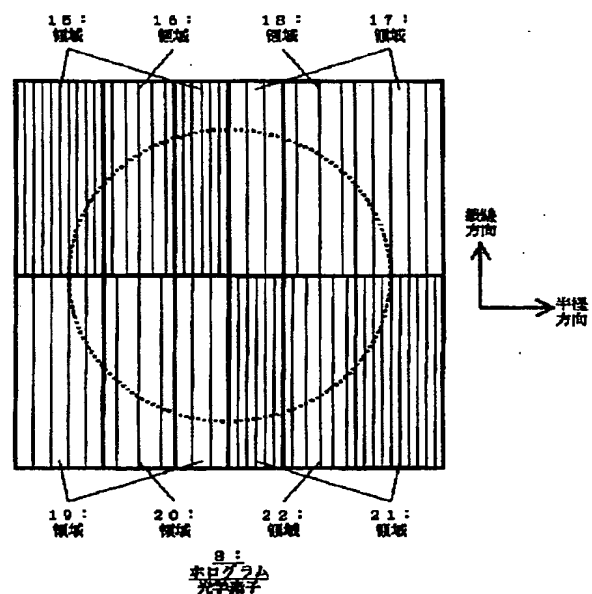
JA70

(54) 【発明の名称】 光ヘッド装置および光学式情報記録再生装置 /

(57) 【要約】

【課題】 対物レンズが光記録媒体の半径方向にシフトしてもラジアルチルト信号にオフセットを生じず、光記録媒体のラジアルチルトを正しく検出することができる光ヘッド装置および光学式情報記録再生装置を提供する。

【解決手段】 半導体レーザからの出射光を回折光学素子によりメインビームである0次光、サブビームである±1次回折光の3つの光に分割し、3つの集光スポットをディスクの半径方向にずらして配置する。ディスクからの3つの反射光はホログラム光学素子8で+1次回折光として回折され、光検出器で受光される。メインビーム、サブビームの各々に対する、ホログラム光学素子8の領域15、18、19、22からの+1次回折光の強度と領域16、17、20、21からの+1次回折光の強度の差に基づいてディスクのラジアルチルトを検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、該光源からの出射光を光記録媒体上に集光する対物レンズと、前記光記録媒体からの反射光を受光する光検出器を有する光ヘッド装置において、

前記光源からの出射光からメインビームとサブビームを生成し、前記光記録媒体で反射された前記メインビーム、前記サブビームの各々を、前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部、前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部、前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部、前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部の4つの領域に分割する分割手段を有し、前記光記録媒体で反射された前記メインビームと前記サブビームの各々に対する前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和と、前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和との差を前記光検出器から検出し、当該差に基づいて、前記光記録媒体のラジアルチルトを検出することを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項2】 前記光記録媒体上に集光される前記サブビームの集光スポットは、前記メインビームの集光スポットに対し、前記光記録媒体の半径方向にずらして配置されていることを特徴とする請求項1記載の光ヘッド装置。

【請求項3】 前記対物レンズに入射する前記サブビームの位相は、光軸を通り前記光記録媒体の接線方向に平行な直線の左側と右側で互いにずれていることを特徴とする請求項1記載の光ヘッド装置。

【請求項4】 前記光記録媒体で反射された前記メインビームと前記サブビームの各々に対する、前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和と、前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和との差を、それぞれメインビーム、サブビームのラジアルチルト信号として、前記メインビームのラジアルチルト信号と前記サブビームのラジアルチルト信号の差を最終的なラジアルチルト信号とすることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の光ヘッド装置。

【請求項5】 前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部と中心部、および前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部と中心部は、それぞれ前記光記録媒体の接線方向に平行な分割線で隔てられていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の光ヘッド装置。

【請求項6】 前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部と中心部、および前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部と中心部は、それぞれ前記光記録媒体の半径方向における左側、右側に設けられた楕円状の分割線で隔てられていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の光ヘッド装置。

【請求項7】 前記メインビームの集光スポットは前記光記録媒体の所定のトラック（グループまたはランド）上、前記サブビームの集光スポットは前記光記録媒体の前記所定のトラックに隣接するトラック（ランドまたはグループ）上にそれぞれ配置されていることを特徴とする請求項2記載の光ヘッド装置。

【請求項8】 前記メインビームの集光スポットは前記光記録媒体の所定のトラック（グループまたはランド）上、前記サブビームの集光スポットは前記光記録媒体の前記所定のトラックとそれに隣接するトラック（ランドまたはグループ）の境界上にそれぞれ配置されていることを特徴とする請求項2記載の光ヘッド装置。

【請求項9】 前記サブビームの集光スポットによるブッシュブル信号に基づいてランドまたはグループの位置検出信号を生成し、該ランドまたはグループの位置検出信号の符号により、前記メインビームの集光スポットが前記光記録媒体のランド、グループのどちらの上に位置するかを検出することを特徴とする請求項8記載の光ヘッド装置。

【請求項10】 前記光源と前記対物レンズの間に、前記光源からの出射光を複数の光に分割する前記分割手段である回折光学素子または偏光性回折光学素子を有し、該回折光学素子または該偏光性回折光学素子からの0次光を前記メインビームとして用い、±1次回折光の一方または両方を前記サブビームとして用いることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の光ヘッド装置。

【請求項11】 前記メインビームの集光スポット、前記サブビームの集光スポットは前記光記録媒体の同一のトラック（グループまたはランド）上に配置されていることを特徴とする請求項10記載の光ヘッド装置。

【請求項12】 前記回折光学素子または前記偏光性回折光学素子は、前記対物レンズの有効径を含む領域に回折格子が形成された構成であり、入射光の光軸を通り前記光記録媒体の接線方向に平行な直線で、左側の第一の領域、右側の第二の領域の2つに分割されており、前記第一の領域と前記第二の領域における格子の位相は互いに π だけずれていることを特徴とする請求項10記載の光ヘッド装置。

【請求項13】 前記回折光学素子または前記偏光性回折光学素子は、前記対物レンズの有効径を含む領域に回折格子が形成された構成であり、入射光の光軸を通り前記光記録媒体の接線方向に平行な直線で、左側の第一の

領域、右側の第二の領域の2つに分割されており、前記第一の領域と前記第二の領域における格子の位相は互いに $\pi/2$ だけずれていることを特徴とする請求項10記載の光ヘッド装置。

【請求項14】 前記回折光学素子または前記偏光性回折光学素子は、前記対物レンズの有効径を含む領域に回折格子が形成された構成であり、入射光の光軸を通り前記光記録媒体の接線方向に平行な直線および半径方向に平行な直線で、左上側の第一の領域、右上側の第二の領域、左下側の第三の領域、右下側の第四の領域の4つに分割されており、前記第一、前記第四の領域と前記第二、前記第三の領域における格子の位相は互いに $\pi/2$ だけずれていることを特徴とする請求項10記載の光ヘッド装置。

【請求項15】 前記回折光学素子または前記偏光性回折光学素子は、前記対物レンズの有効径を含む領域に回折格子が形成された構成であり、入射光の光軸を通り前記光記録媒体の接線方向に平行な直線および半径方向に平行な2つの直線で、左中央の第一の領域、右中央の第二の領域、左上側の第三の領域、右上側の第四の領域、左下側の第五の領域、右下側の第六の領域の6つに分割されており、前記第一、前記第四、前記第六の領域と前記第二、前記第三、前記第五の領域における格子の位相は互いに $\pi/2$ だけずれていることを特徴とする請求項10記載の光ヘッド装置。

【請求項16】 前記サブビームの集光スポットによるブッシュブル信号に基づいてランドまたはグループの位置検出信号を生成し、該ランドまたはグループの位置検出信号の符号により、前記メインビームの集光スポットが前記光記録媒体のランド、グループのどちらの上に位置するかを検出することを特徴とする請求項13乃至15のいずれかに記載の光ヘッド装置。

【請求項17】 前記光源として複数個の光源を有し、該複数個の光源からの出射光をそれぞれ前記メインビーム、前記サブビームとして用いることを特徴とする請求項1記載の光ヘッド装置。

【請求項18】 前記サブビームの光路中に、前記対物レンズに入射する前記サブビームの位相を、光軸を通り前記光記録媒体の接線方向に平行な直線の左側と右側で互いにずらすための位相制御素子が挿入されていることを特徴とする請求項17記載の光ヘッド装置。

【請求項19】 前記位相制御素子は、光軸を通り前記光記録媒体の接線方向に平行な直線の左側と右側で厚さが異なる平行平板であることを特徴とする請求項18記載の光ヘッド装置。

【請求項20】 光源と、該光源からの出射光を光記録媒体上に集光する対物レンズと、前記光記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを具備する光ヘッド装置を備えた光学式情報記録再生装置において、前記光源からの出射光からメインビームとサブビームを

生成し、前記光記録媒体で反射された前記メインビーム、前記サブビームの各々を、前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部、前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部、前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部、前記および光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部の4つの領域に分割する分割手段を有し、前記光記録媒体で反射された前記メインビーム、前記サブビームの各々に対する、前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和と、前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和との差を前記光検出器から検出し、前記差に基づいて、前記光記録媒体のラジアルチルトを検出すると共に、前記光記録媒体のラジアルチルトを補正することを特徴とする光学式情報記録再生装置。

【請求項21】 前記対物レンズを前記光記録媒体の半径方向に傾けることにより前記光記録媒体のラジアルチルトを補正することを特徴とする請求項20記載の光学式情報記録再生装置。

【請求項22】 前記光ヘッド装置全体を前記光記録媒体の半径方向に傾けることにより前記光記録媒体のラジアルチルトを補正することを特徴とする請求項20記載の光学式情報記録再生装置。

【請求項23】 前記光ヘッド装置の光学系中に液晶光学素子を設置し、該液晶光学素子に電圧を印加することにより前記光記録媒体のラジアルチルトを補正することを特徴とする請求項20記載の光学式情報記録再生装置。

【請求項24】 前記光記録媒体上に集光される前記メインビームの集光スポットが、前記光記録媒体のランドとグループのどちらの上に位置するかを検出し、前記光記録媒体のグループとランドで前記ラジアルチルトの補正を行うための回路の極性を切り換えることを特徴とする請求項20記載の光学式情報記録再生装置。

【請求項25】 前記光記録媒体に形成されているアドレス情報を再生することによりランドまたはグループの位置検出を行うことを特徴とする請求項24記載の光学式情報記録再生装置。

【請求項26】 前記ランドまたはグループの位置検出信号を用いることによりランドまたはグループの位置検出を行うことを特徴とする請求項24記載の光学式情報記録再生装置。

【請求項27】 レーザ光を出射する半導体レーザと、該半導体レーザからの出射光を平行光化するコリメータレンズと、該コリメータレンズの透過光をメインビームである0次光、サブビームである ± 1 次回折光の3つの

光に分割する回折光学素子と、該回折光学素子で分割された3つの光を透過させる偏光ビームスプリッタと、該偏光ビームスプリッタの透過光を直線偏光から円偏光に変換する1/4波長板と、該1/4波長板の透過光を光記録媒体上に集光する対物レンズと、前記光記録媒体で反射され、前記対物レンズを逆向きに透過し、前記1/4波長板を透過して円偏光から往路と偏光方向が直交した直線偏光に変換され、前記偏光ビームスプリッタで反射された3つの光を+1次回折光として回折させるホログラム光学素子と、該ホログラム光学素子で回折された光を集光するレンズと、該集光レンズの透過光を受光する光検出器とを備え、前記ホログラム光学素子は、前記光記録媒体で反射された前記メインビーム、前記サブビームの各々を、前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部、前記光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部、前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部、前記光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部の4つの領域に分割することを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項28】 請求項27に記載の光ヘッド装置を用いた光学式情報記録再生装置において、前記光検出器の各受光部からの出力に基づいてラジアルチルト信号を演算する演算回路と、前記ラジアルチルト信号が0になるように、前記対物レンズをアクチュエータにより前記光記録媒体の半径方向に傾ける駆動回路とを備えたことを特徴とする光学式情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光記録媒体に対して記録や再生を行うための光ヘッド装置および光学式情報記録再生装置、特に、光記録媒体のラジアルチルトを検出することが可能な光ヘッド装置および光学式情報記録再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光学式情報記録再生装置における記録密度は、光ヘッド装置が光記録媒体上に形成する集光スポットの径の2乗に反比例する。すなわち、集光スポットの径が小さいほど記録密度は高くなる。集光スポットの径は光ヘッド装置における対物レンズの開口数に反比例する。すなわち、対物レンズの開口数が高いほど集光スポットの径は小さくなる。一方、光記録媒体が対物レンズに対して半径方向に傾くと、光記録媒体の基板に起因するコマ収差により集光スポットの形状が乱れ、記録再生特性が悪化する。コマ収差は対物レンズの開口数の3乗に比例するため、対物レンズの開口数が高いほど記録再生特性に対する光記録媒体の半径方向の傾き（ラジアルチルト）のマージンは狭くなる。従って、記録密度を高めるために対物レンズの開口数を高めた光ヘッド装置および光学式情報記録再生装置においては、記録再生特

性を悪化させないために、光記録媒体のラジアルチルトを検出、補正することが必要である。

【0003】 図27に、光記録媒体のラジアルチルトを検出することが可能な従来の光ヘッド装置の構成を示す。この光ヘッド装置は、特開平7-141673号公報に記載されているものである。半導体レーザ257からの出射光はコリメータレンズ258で平行光化され、ハーフミラー259を約50%が透過し、対物レンズ260でディスク261上に集光される。ディスク261からの反射光は対物レンズ260を逆向きに透過し、ハーフミラー259で約50%が反射され、ホログラム光学素子262により透過光および+1次回折光に分割され、レンズ263を透過して、光検出器264で受光される。

【0004】 図28は、ホログラム光学素子262の平面図である。ホログラム光学素子262は、ディスク261の半径方向における左側、右側に設けられた、内側に格子が形成された楕円状の領域265、266を有する。格子の方向は領域265、266のいずれにおいてもディスク261の接線方向にほぼ平行であり、格子のボタンは領域265、266のいずれにおいてもオフアキシスの同心円状である。領域265、266の内側への入射光は+1次回折光としてそれぞれ一部または全部が回折される。一方、領域265、266の外側への入射光は、全部が透過する。なお、図28中の点線は対物レンズ260の有効径を示している。

【0005】 図29に、光検出器264の受光部のボタンと光検出器264上の光スポットの配置を示す。光スポット271はホログラム光学素子262の領域265、266の外側からの透過光に相当し、光軸を通りディスク261の接線方向に平行な分割線で2つに分割された受光部267、268で受光される。光スポット272はホログラム光学素子262の領域265の内側からの+1次回折光に相当し、単一の受光部269で受光される。光スポット273はホログラム光学素子262の領域266の内側からの+1次回折光に相当し、単一の受光部270で受光される。

【0006】 受光部267～270からの出力をそれぞれV267～V270で表わすと、トラック誤差信号は、ブッシュブル法により、 $(V267+V269)-(V268+V270)$ の演算から得られる。ディスク261のラジアルチルトを検出するためのラジアルチルト信号は $(V267+V270)-(V268+V269)$ の演算から得られる。また、再生信号は $(V267+V268+V269+V270)$ の演算から得られる。フォーカス誤差信号を得る方法に関しては示されていない。

【0007】 図30～32を参照して、前記の演算によりディスク261のラジアルチルトが検出できる理由について説明する。図30～32にディスク261からの

反射光の強度分布の計算例を示す。図中の色が濃い部分は強度が強い部分、色が薄い部分は強度が弱い部分にそれぞれ対応している。

【0008】図30はディスク261にラジアルチルトがない場合の強度分布を示している。強度分布は、光軸を通りディスク261の接線方向に平行な直線に関して対称であり、ディスク261からの0次光と+1次回折光の重なる領域（図中のディスク261の半径方向における左側の領域）である領域274、276、およびディスク261からの0次光と-1次回折光の重なる領域（図中のディスク261の半径方向における右側の領域）である領域275、277における強度が比較的強く、ディスク261からの0次光のみの領域である領域278における強度が比較的弱いことがわかる。

【0009】図31はディスク261に正のラジアルチルトがある場合の強度分布を示している。ディスク261からの0次光と+1次回折光の重なる領域である領域279、281においては、周辺部である領域279の強度が中心部である領域281の強度に比べて強く、ディスク261からの0次光と-1次回折光の重なる領域である領域280、282においては、周辺部である領域280の強度が中心部である領域282の強度に比べて弱いことがわかる。

【0010】図32はディスク261に負のラジアルチルトがある場合の強度分布を示している。ディスク261からの0次光と+1次回折光の重なる領域である領域283、285においては、周辺部である領域283の強度が中心部である領域285の強度に比べて弱く、ディスク261からの0次光と-1次回折光の重なる領域である領域284、286においては、周辺部である領域284の強度が中心部である領域286の強度に比べて強いことがわかる。

【0011】図30～図32において、ディスク261からの0次光と+1次回折光の重なる領域における周辺部、中心部は、図29に示す光検出器264の受光部267、269、ディスク261からの0次光と-1次回折光の重なる領域における周辺部、中心部は、図29に示す光検出器264の受光部268、270にそれぞれ対応している。

【0012】このとき、ディスク261のラジアルチルトが0、正、負の場合、ラジアルチルト信号である $(V_{267} + V_{270}) - (V_{268} + V_{269})$ の値はそれぞれ0、正、負となる。従って、このラジアルチルト信号を用いてディスク261のラジアルチルトを検出することができる。ディスク261のラジアルチルトが検出できれば、そのラジアルチルト量に応じた補正を行うことにより、記録再生特性に対する悪影響をなくすることができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】従来の光ヘッド装置に

において、ラジアルチルト（半径方向の傾き）の検出を行う場合、対物レンズ260が、ディスク261の偏芯等によりディスク261の半径方向にシフトすると、ラジアルチルト信号にそのシフト量に応じたオフセットを生じ、ディスク261のラジアルチルトを正しく検出することができないという課題がある。具体的には、対物レンズ260がディスク261の半径方向にシフトすると、光検出器264上の光スポット271もディスク261の半径方向にシフトする。光スポット271が、図29中で左向きにシフトしたとすると、受光部267からの出力は増え、受光部268からの出力は減るため、ラジアルチルト信号である $[(V_{267} + V_{270}) - (V_{268} + V_{269})]$ に正のオフセットを生じる。

【0014】本発明の目的は、光記録媒体のラジアルチルトを検出することが可能な従来の光ヘッド装置における上記に述べた課題を解決し、対物レンズが光記録媒体の半径方向にシフトしても、ラジアルチルト信号にオフセットを生じず、光記録媒体のラジアルチルトを正しく検出することができる光ヘッド装置および光学式情報記録再生装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の光ヘッド装置においては、光源からの出射光からメインビームとサブビームを生成し、光記録媒体で反射されたメインビーム、サブビームの各々を、光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部、光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部、光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部、および光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部の4つの領域に分割し、光記録媒体で反射されたメインビーム、サブビームの各々に対する、光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和と、光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和との差に基づいて、光記録媒体のラジアルチルトを検出する。このとき、サブビームの集光スポットをメインビームの集光スポットに対し、光記録媒体の半径方向にずらして配置するか、対物レンズに入射するサブビームの位相を、光軸を通り光記録媒体の接線方向に平行な直線の左側と右側で互いにずらす。

【0016】ここで、光記録媒体で反射されたメインビーム、サブビームの各々に対する、光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和と、光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和との差を、それぞれメインビーム、サブビームのラジ

ルチルト信号と呼ぶ。このとき、サブビームの集光スポットをメインビームの集光スポットに対し、光記録媒体の半径方向にずらして配置するか、対物レンズに入射するサブビームの位相を、光軸を通り光記録媒体の接線方向に平行な直線の左側と右側で互いにずらすため、光記録媒体にラジアルチルトがある場合のラジアルチルト信号はメインビームとサブビームで値が異なる。一方、対物レンズが光記録媒体の半径方向にシフトした場合、光検出器上の光スポットが光記録媒体の半径方向にシフトする量はメインビームとサブビームで同じであるため、ラジアルチルト信号に生じるオフセットもメインビームとサブビームで同じである。

【0017】従って、メインビームのラジアルチルト信号とサブビームのラジアルチルト信号の差を最終的なラジアルチルト信号とすると、光記録媒体にラジアルチルトがある場合のラジアルチルト信号はメインビームとサブビームで相殺されず、対物レンズが光記録媒体の半径方向にシフトした場合にラジアルチルト信号に生じるオフセットはメインビームとサブビームで相殺されるため、対物レンズが光記録媒体の半径方向にシフトしてもラジアルチルト信号にオフセットを生じず、光記録媒体のラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0018】本発明の光学式情報記録再生装置においては、光記録媒体のラジアルチルトを検出することが可能な本発明の光ヘッド装置を用い、記録再生特性に対する悪影響がなくなるように光記録媒体のラジアルチルトの補正を行う。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。

【0020】〔光ヘッド装置の第一の実施形態〕図1に本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態を示す。波長約650nmのレーザ光を出射する半導体レーザ1からの出射光は、コリメータレンズ2で平行光化され、回折光学素子3によりメインビームである0次光、サブビームである±1次回折光の3つの光に分割される。これらの光は偏光ビームスプリッタ4にP偏光として入射してほぼ100%が透過し、1/4波長板5を透過して直線偏光から円偏光に変換され、対物レンズ6でディスク7上に集光される。回折光学素子3からの0次光および±1次回折光に対応するディスク7からの3つ反射光は、対物レンズ6を逆向きに透過し、1/4波長板5を透過して円偏光から往路と偏光方向が直交した直線偏光に変換され、偏光ビームスプリッタ4にS偏光として入射してほぼ100%が反射され、ホログラム光学素子8で+1次回折光としてほぼ100%が回折され、レンズ9を透過して光検出器10で受光される。

【0021】図2は回折光学素子3の平面図である。回折光学素子3は、図中に点線で示す対物レンズ6の有効径を含む領域に回折格子が形成された構成である。回折

格子における格子の方向はディスク7の半径方向にほぼ平行であり、格子のボタンは等間隔の直線状である。格子のライン部とスペース部の位相差を例えば 0.232π とすると、入射光は0次光として約87.3%が透過し、±1次回折光としてそれぞれ約5.1%が回折される。

【0022】図3にディスク7上の集光スポットの配置を示す。ここで、ディスク7への入射光の側から見て、ディスク7に形成された溝の凸部をグループ、凹部をランドと呼び、グループと凹部のランドとで1トラックとして用いることとする。集光スポット12、13、14は、それぞれ回折光学素子3からの0次光、+1次回折光、-1次回折光に相当する。集光スポット12はトラック11（グループまたはランド）上、集光スポット13はトラック11の左側に隣接するトラック（ランドまたはグループ）上、集光スポット14はトラック11の右側に隣接するトラック（ランドまたはグループ）上にそれぞれ配置されている。

【0023】図4はホログラム光学素子8の平面図である。ホログラム光学素子8は、ディスク7の接線方向に平行な5本の分割線および半径方向に平行な分割線で、領域15～22の8つに分割されている。格子の方向は領域15～22のいずれにおいてもディスク7の接線方向に平行である。また、格子のボタンは領域15～22のいずれにおいても等間隔の直線状であり、領域15、21における間隔は最も狭く、領域16、22における間隔、領域17、19における間隔、領域18、20における間隔は順に広くなる。さらに、格子の断面形状は領域15～22のいずれにおいても鋸歯状であり、入射光に対する鋸歯の上部と下部の位相差を 2π とすると、各領域への入射光は+1次回折光としてそれぞれほぼ100%が回折される。領域15～18における鋸歯の向きは+1次回折光が図の左側に偏向されるように設定されており、領域19～22における鋸歯の向きは+1次回折光が図の右側に偏向されるように設定されている。

【0024】図5に光検出器10の受光部のボタンと光検出器10上の光スポットの配置を示す。光スポット55は回折光学素子3からの0次光のうちホログラム光学素子8の領域15からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部23、24の境界線上に集光される。光スポット56は回折光学素子3からの0次光のうちホログラム光学素子8の領域16からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部25、26の境界線上に集光される。光スポット57は回折光学素子3からの0次光のうちホログラム光学素子8の領域17からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部27、28の境界線上に集光される。

【0025】光スポット58は、回折光学素子3からの

0次光のうちホログラム光学素子8の領域18からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部29、30の境界線上に集光される。光スポット59は回折光学素子3からの0次光のうちホログラム光学素子8の領域20からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部31、32の境界線上に集光される。光スポット60は回折光学素子3からの0次光のうちホログラム光学素子8の領域19からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部33、34の境界線上に集光される。光スポット61は回折光学素子3からの0次光のうちホログラム光学素子8の領域22からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部35、36の境界線上に集光される。光スポット62は回折光学素子3からの0次光のうちホログラム光学素子8の領域21からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部37、38の境界線上に集光される。

【0026】また、光スポット63は、回折光学素子3からの+1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域15からの+1次回折光に相当し、単一の受光部39上に集光される。光スポット64は回折光学素子3からの+1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域16からの+1次回折光に相当し、単一の受光部40上に集光される。光スポット65は回折光学素子3からの+1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域17からの+1次回折光に相当し、単一の受光部41上に集光される。光スポット66は回折光学素子3からの+1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域18からの+1次回折光に相当し、単一の受光部42上に集光される。

【0027】光スポット67は回折光学素子3からの+1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域20からの+1次回折光に相当し、単一の受光部43上に集光される。光スポット68は回折光学素子3からの+1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域19からの+1次回折光に相当し、単一の受光部44上に集光される。光スポット69は回折光学素子3からの+1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域22からの+1次回折光に相当し、単一の受光部45上に集光される。光スポット70は回折光学素子3からの+1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域21からの+1次回折光に相当し、単一の受光部46上に集光される。

【0028】また、光スポット71は回折光学素子3からの-1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域15からの+1次回折光に相当し、単一の受光部47上に集光される。光スポット72は回折光学素子3からの-1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域16からの+1次回折光に相当し、単一の受光部48上に集光さ

れる。光スポット73は回折光学素子3からの-1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域17からの+1次回折光に相当し、単一の受光部49上に集光される。光スポット74は回折光学素子3からの-1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域18からの+1次回折光に相当し、単一の受光部50上に集光される。

【0029】光スポット75は回折光学素子3からの-1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域20からの+1次回折光に相当し、単一の受光部51上に集光される。光スポット76は回折光学素子3からの-1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域19からの+1次回折光に相当し、単一の受光部52上に集光される。光スポット77は回折光学素子3からの-1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域22からの+1次回折光に相当し、単一の受光部53上に集光される。光スポット78は回折光学素子3からの-1次回折光のうちホログラム光学素子8の領域21からの+1次回折光に相当し、単一の受光部54上に集光される。

【0030】受光部23～54からの出力を、それぞれV23～V54で表わすと、フォーカス誤差信号は、フーコー法により、 $[(V23+V25+V27+V29+V32+V34+V36+V38)-(V24+V26+V28+V30+V31+V33+V35+V37)]$ の演算から得られる。トラック誤差信号は、差動ブッシュブル法により、 $[(V23+V24+V25+V26+V31+V32+V33+V34)-(V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)]-K[(V39+V40+V43+V44+V47+V48+V51+V52)-(V41+V42+V45+V46+V49+V50+V53+V54)]$ (Kは定数)の演算から得られる。

【0031】また、ディスク7のラジアルチルトを検出するためのラジアルチルト信号は、 $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数)の演算から得られる。また、メインビームである集光スポット12による再生信号は、 $(V23+V24+V25+V26+V27+V28+V29+V30+V31+V32+V33+V34+V35+V36+V37+V38)$ の演算から得られる。

【0032】図30～32を参照して、前記の演算によりディスク7のラジアルチルトが検出できる理由について説明する。図30～32にディスク7からの反射光の強度分布の計算例を示す。計算は、図1に示す構成において、半導体レーザ1の波長660nm、対物レンズ6の開口数0.65、ディスク7の基板厚0.6mm、ト

ラックピッチ0.5 μm 、溝深さ70 nmの条件で行った。図中の色が濃い部分は強度が強い部分、色が薄い部分は強度が弱い部分にそれぞれ対応している。図30は、ディスク7にラジアルチルトがなく、かつメインビームである集光スポット12がディスク7のグループ上またはランド上に位置する場合のメインビームの強度分布を示している。強度分布は、光軸を通りディスク7の接線方向に平行な直線に関して対称であり、ディスク7からの0次光と+1次回折光の重なる領域（図中のディスク7の半径方向における左側の領域）である領域274、276、およびディスク7からの0次光と-1次回折光の重なる領域（図中のディスク7の半径方向における右側の領域）である領域275、277における強度が比較的強く、ディスク7からの0次光のみの領域である領域278における強度が比較的弱いことがわかる。

【0033】図31は、ディスク7に+0.2°のラジアルチルトがあり、かつメインビームである集光スポット12がディスク7のグループ上に位置する場合、または、ディスク7に-0.2°のラジアルチルトがあり、かつメインビームである集光スポット12がディスク7のランド上に位置する場合のメインビームの強度分布を示している。ディスク7からの0次光と+1次回折光の重なる領域においては、周辺部である領域279の強度が中心部である領域281の強度に比べて強く、ディスク7からの0次光と-1次回折光の重なる領域においては、周辺部である領域280の強度が中心部である領域282の強度に比べて弱いことがわかる。

【0034】図32は、ディスク7に-0.2°のラジアルチルトがあり、かつメインビームである集光スポット12がディスク7のグループ上に位置する場合、または、ディスク7に+0.2°のラジアルチルトがあり、かつメインビームである集光スポット12がディスク7のランド上に位置する場合のメインビームの強度分布を示している。ディスク7からの0次光と+1次回折光の重なる領域においては、周辺部である領域283の強度が中心部である領域285の強度に比べて弱く、ディスク7からの0次光と-1次回折光の重なる領域においては、周辺部である領域284の強度が中心部である領域286の強度に比べて強いことがわかる。

【0035】図30～32において、ディスク7からの0次光と+1次回折光の重なる領域における周辺部は、光検出器10の受光部23、24、33、34、ディスク7からの0次光と+1次回折光の重なる領域における中心部は光検出器10の受光部25、26、31、32、ディスク7からの0次光と-1次回折光の重なる領域における周辺部は光検出器10の受光部27、28、37、38、ディスク7からの0次光と-1次回折光の重なる領域における中心部は光検出器10の受光部29、30、35、36にそれぞれ対応している。

【0036】図6に、トラック誤差信号およびラジアル

チルト信号に関わる各種の波形を示す。横軸はメインビームである集光スポット12がディスク7の溝を半径方向の左側から右側へ横断する際の集光スポット12と溝の位置ずれであり、図6の上段に示すaは集光スポット12がグループ上に位置している状態、bは集光スポット12がグループとランドの境界上に位置している状態、cは集光スポット12がランド上に位置している状態、dは集光スポット12がランドとグループの境界上に位置している状態にそれぞれ対応している。

【0037】メインビームである集光スポット12によるブッシュブル信号である $[(V23+V24+V25+V26+V31+V32+V33+V34)-(V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)]$ の波形は図6(a)の実線のようにになる。集光スポット13は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/2周期分だけディスク7の半径方向に図3の左側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット13によるブッシュブル信号である $[(V39+V40+V43+V44)-(V41+V42+V45+V46)]$ の波形は、図6(a)の実線の波形に対して位相が、 π だけ遅れて、図6(b)の実線のようにになる。

【0038】また、集光スポット14は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/2周期分だけディスク7の半径方向に、図3の右側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット14によるブッシュブル信号である $[(V47+V48+V51+V52)-(V49+V50+V53+V54)]$ の波形は、図6(a)の実線の波形に対して位相が π だけ進んで、図6(b)の実線のようにになる。図6(a)、図6(b)の実線の波形は逆相であるため、メインビームである集光スポット12によるブッシュブル信号と、サブビームである集光スポット13、14によるブッシュブル信号の和との差、すなわち差動ブッシュブル法によるトラック誤差信号である $[(V23+V24+V25+V26+V31+V32+V33+V34)-(V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)]-K[(V39+V40+V43+V44+V47+V48+V51+V52)-(V41+V42+V45+V46+V49+V50+V53+V54)]$ （Kは定数）の波形は、図6(c)の実線のようにになる。

【0039】ディスク7にラジアルチルトがない場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]$ の値は、集光スポット12がディスク7のグループ上またはランド上に位置する場合共に0となるため、その波形は図6(d)の実線のようにになる。集光スポッ

ト13は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/2周期分だけディスク7の半径方向に、図3の左側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット13によるラジアルチルト信号である $[(V39+V42+V44+V45)-(V40+V41+V43+V46)]$ の波形は、図6(d)の実線の波形に対して位相が π だけ遅れて図6(e)の実線のようになる。集光スポット14は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/2周期分だけディスク7の半径方向に図3の右側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット14によるラジアルチルト信号である $[(V47+V50+V52+V53)-(V48+V49+V51+V54)]$ の波形は、図6(d)の実線の波形に対して位相が π だけ進んで、図6(e)の実線のようになる。このため、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号と、サブビームである集光スポット13、14によるラジアルチルト信号の和との差、すなわち最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数)の波形は、図6(f)の実線のようになる。

【0040】ディスク7に正のラジアルチルトがある場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]$ の値は、集光スポット12がディスク7のグループ上に位置する場合は正、ランド上に位置する場合は負となるため、その波形は図6(g)の実線のようになる。集光スポット13は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/2周期分だけディスク7の半径方向に図3の左側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット13によるラジアルチルト信号である $[(V39+V42+V44+V45)-(V40+V41+V43+V46)]$ の波形は、図6(g)の実線の波形に対して位相が π だけ遅れて図6(h)の実線のようになる。また、集光スポット14は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/2周期分だけディスク7の半径方向に図3の右側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット14によるラジアルチルト信号である $[(V47+V50+V52+V53)-(V48+V49+V51+V54)]$ の波形は、図6(g)の実線の波形に対して位相が π だけ進んで、図6(h)の実線のようになる。図6(g)、図6(h)の実線の波形は逆相であるため、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号と、サ

ブビームである集光スポット13、14によるラジアルチルト信号の和との差、すなわち最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数)の波形は、図6(i)の実線のようになる。

【0041】ディスク7に負のラジアルチルトがある場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]$ の値は、集光スポット12がディスク7のグループ上に位置する場合は負、ランド上に位置する場合は正となるため、その波形は図6(j)の実線のようになる。集光スポット13は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/2周期分だけディスク7の半径方向に図3の左側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット13によるラジアルチルト信号である $[(V39+V42+V44+V45)-(V40+V41+V43+V46)]$ の波形は、図6(j)の実線の波形に対して位相が π だけ遅れて図6(k)の実線のようになる。

【0042】また、集光スポット14は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/2周期分だけディスク7の半径方向に、図3の右側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット14によるラジアルチルト信号である $[(V47+V50+V52+V53)-(V48+V49+V51+V54)]$ の波形は、図6(j)の実線の波形に対して位相が π だけ進んで、図6(k)の実線のようになる。図6(j)、図6(k)の実線の波形は逆相であるため、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号と、サブビームである集光スポット13、14によるラジアルチルト信号の和との差、すなわち最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数)の波形は図6(l)の実線のようになる。

【0043】まず、図6(c)に示すトラック誤差信号を用いて、図中のaの状態すなわちグループに対してトラックサーボをかける場合について考える。ディスク7のラジアルチルトが0、正、負の場合、図6(f)、(i)、(l)に示すラジアルチルト信号の値はそれぞれ0、正、負となる。従って、このラジアルチルト信号

を用いてディスク7のラジアルチルトを検出することができる。次に、図6(c)に示すトラック誤差信号を用いて、図中のcの状態すなわちランドに対してトラックサーボをかける場合について考える。ディスク7のラジアルチルトが0、正、負の場合、図6(f)、(i)、(1)に示すラジアルチルト信号の値はそれぞれ0、負、正となる。従って、このラジアルチルト信号を用いてディスク7のラジアルチルトを検出することができる。

【0044】対物レンズ6がディスク7の半径方向にシフトすると、ホログラム光学素子8上のメインビーム、サブビームもディスク7の半径方向にシフトする。メインビームが、図4中で左向きにシフトしたとすると、受光部23、24、33、34からの出力は増え、受光部27、28、37、38からの出力は減る。また、サブビームが、図4中で左向きにシフトしたとすると、受光部39、44、47、52からの出力は増え、受光部41、46、49、54からの出力は減る。

【0045】このとき、メインビームである集光スポット12によるブッシュブル信号である[$(V23+V24+V25+V26+V31+V32+V33+V34)-(V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)$]の波形は図6(a)の点線のようにになる。サブビームである集光スポット13によるブッシュブル信号である[$(V39+V40+V43+V44)-(V41+V42+V45+V46)$]の波形は、図6(b)の点線のようにになる。サブビームである集光スポット14によるブッシュブル信号である

[$(V47+V48+V51+V52)-(V49+V50+V53+V54)$]の波形は、図6(b)の点線のようにになる。図6(a)、図6(b)の点線の波形は逆相であるが、直流成分の符号が同じであるため、差動ブッシュブル法によるトラック誤差信号である[$(V23+V24+V25+V26+V31+V32+V33+V34)-(V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)-K[(V39+V40+V43+V44+V47+V48+V51+V52)-(V41+V42+V45+V46+V49+V50+V53+V54)]$](Kは定数)の波形は、Kの値を適切に設定することにより、ブッシュブル信号に生じるオフセットがメインビームとサブビームで相殺され、図6(c)の実線のようにになる。

【0046】ディスク7にラジアルチルトがない場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である[$(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)$]の波形は、図6(d)の点線のようにになる。サブビームである集光スポット13によるラジアルチルト信号である[$(V39+V42+V44+V45)-(V40+V41+V43+V46)$]

40+V41+V43+V46)]の波形は、図6(e)の点線のようにになる。サブビームである集光スポット14によるラジアルチルト信号である[$(V47+V50+V52+V53)-(V48+V49+V51+V54)$]の波形は、図6(e)の点線のようにになる。図6(d)、図6(e)の点線の波形は直流成分の符号が同じであるため、最終的なラジアルチルト信号である[$(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$](Kは定数)の波形は、Kの値を適切に設定することにより、ラジアルチルト信号に生じるオフセットがメインビームとサブビームで相殺され、図6(f)の実線のようにになる。

【0047】ディスク7に正のラジアルチルトがある場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である[$(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)$]の波形は、図6(g)の点線のようにになる。サブビームである集光スポット13によるラジアルチルト信号である[$(V39+V42+V44+V45)-(V40+V41+V43+V46)$]の波形は、図6

(h)の点線のようにになる。サブビームである集光スポット14によるラジアルチルト信号である[$(V47+V50+V52+V53)-(V48+V49+V51+V54)$]の波形は、図6(h)の点線のようにになる。図6(g)、図6(h)の点線の波形は逆相であるが直流成分の符号が同じであるため、最終的なラジアルチルト信号である[$(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$]

(Kは定数)の波形は、Kの値を適切に設定することにより、ラジアルチルト信号に生じるオフセットがメインビームとサブビームで相殺され、図6(i)の実線のようにになる。

【0048】ディスク7に負のラジアルチルトがある場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である[$(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)$]の波形は図6(j)の点線のようにになる。サブビームである集光スポット13によるラジアルチルト信号である[$(V39+V42+V44+V45)-(V40+V41+V43+V46)$]の波形は、図6(k)

の点線のようにになる。サブビームである集光スポット14によるラジアルチルト信号である $[(V47+V50+V52+V53)-(V48+V49+V51+V54)]$ の波形は、図6(k)の点線のようにになる。図6(j)、図6(k)の点線の波形は逆相であるが直流成分の符号が同じであるため、最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K$
 $[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数)の波形は、Kの値を適切に設定することにより、ラジアルチルト信号に生じるオフセットが、メインビームとサブビームで相殺され、図6(l)の実線のようにになる。

【0049】すなわち、対物レンズ6がディスク7の半径方向にシフトしても、ラジアルチルト信号にオフセットを生じず、ディスク7のラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0050】図7にトラックサーボをかけた時のラジアルチルト特性を示す。横軸はラジアルチルト、縦軸はトラック和信号で規格化したラジアルチルト信号である。図中の点線はグループに対してトラックサーボをかける場合、実線はランドに対してトラックサーボをかける場合をそれぞれ示している。グループ、ランドのいずれに対してトラックサーボをかける場合も、ラジアルチルトの絶対値が大きいくほど、ラジアルチルト信号の絶対値も大きくなる。ラジアルチルトの検出の感度は、図中の直線状の実線、点線の傾きの絶対値で与えられる。図30~32に示す強度分布の計算の条件では、この値は約0.4/°であり、感度としてはかなり高い。

【0051】〔光学式情報記録再生装置の第一の実施形態〕図8に本発明の光学式情報記録再生装置の第一の実施形態を示す。本実施の形態は、図1に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態に、光学式情報記録再生装置としての演算回路79、駆動回路80を付加したものである。通常の光学式情報記録再生装置においては、ディスクを回転させるための駆動回路、データや画像信号、音声信号等をディスクから読み出すための読み出し用信号処理回路、データや画像信号、音声信号等をディスクに書き込むための書き込み用信号処理回路、操作盤等の処理回路、CPU等の制御回路などが備えられているが、これらについては、通常の回路でも良いため説明を省略する。

【0052】演算回路79は、光検出器10の各受光部からの出力に基づいて、ラジアルチルト信号を演算する。演算方法は本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態で説明した通りである。駆動回路80は、演算回路79と組み合わせることによりフィードバックによるループ回路を構成し、ラジアルチルト信号が0になるように、

図中の点線で囲まれた領域288内の対物レンズ6をアクチュエータによりディスク7の半径方向に傾ける。これによりディスク7のラジアルチルトが補正され、記録再生特性に対する悪影響がなくなる。例えばアクチュエータには、電磁アクチュエータや圧電アクチュエータなどが用いられる。具体的なアクチュエータの構成に関しては、例えばISOM/ODS'99テクニカルダイジェスト20~22頁に記載されている。図7に示すように、グループに対してトラックサーボをかける場合と、ランドに対してトラックサーボをかける場合では、ラジアルチルト信号の符号が逆になる。従って、グループとランドでは、ラジアルチルトの補正を行うための演算回路79、駆動回路80から構成される回路の極性を切り換える。

【0053】〔光学式情報記録再生装置の第二の実施形態〕図9に本発明の光学式情報記録再生装置の第二の実施形態を示す。本実施形態は、図1に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施の形態に、演算回路79、駆動回路81を付加したものである。

【0054】ここで、演算回路79は、光検出器10の各受光部からの出力に基づいてラジアルチルト信号を演算する。演算方法は本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態で説明した通りである。

【0055】また、駆動回路81は、演算回路79と組み合わせることによりフィードバックによるループ回路を構成し、ラジアルチルト信号が0になるように、図中の点線で囲まれた領域289内の光ヘッド装置全体を、図示しないモータにより、ディスク7の半径方向に傾ける。これによりディスク7のラジアルチルトが補正され、記録再生特性に対する悪影響がなくなる。例えばモータには、DCモータやステップモータなどが用いられる。具体的なモータの構成に関しては、例えば特開平9-161293号公報に記載されている。図7に示すように、グループに対してトラックサーボをかける場合と、ランドに対してトラックサーボをかける場合では、ラジアルチルト信号の符号が逆になる。従って、グループとランドでは、ラジアルチルトの補正を行うための演算回路79、駆動回路81から構成される回路の極性を切り換える。本発明の光学式情報記録再生装置の実施形態としては、これ以外に、光ヘッド装置の光学系中に、液晶光学素子を設置して、ディスク7のラジアルチルトを補正する形態も考えられる。この液晶光学素子を用いる実施形態においては、ラジアルチルト信号が0になるように、複数の領域に分割された液晶光学素子の各領域に異なる電圧を印加して、ディスク7の基板に起因するコマ収差を打ち消すような、コマ収差を発生させる。具体的な液晶光学素子の構成に関しては、例えばISOM/ODS'96テクニカルダイジェスト351~353頁に記載されている。

【0056】〔光ヘッド装置の第二の実施形態〕本発明

の光ヘッド装置の第二の実施形態は、図1に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態における、図3に示すディスク7上の集光スポットの配置を、図10に示すディスク7上の集光スポットの配置に変えたものである。集光スポット12、82、83は、それぞれ回折光学素子3からの0次光、+1次回折光、-1次回折光に相当する。集光スポット12はトラック11（グループまたはランド）上、集光スポット82はトラック11とその左側に隣接するトラック（ランドまたはグループ）の境界上、集光スポット83はトラック11とその右側に隣接するトラック（ランドまたはグループ）の境界上にそれぞれ配置されている。

【0057】図11に、トラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関わる各種の波形を示す。横軸はメインビームである集光スポット12がディスク7の溝を半径方向の左側から右側へ横断する際の集光スポット12と溝の位置ずれであり、aは集光スポット12がグループ上に位置している状態、bは集光スポット12がグループとランドの境界上に位置している状態、cは集光スポット12がランド上に位置している状態、dは集光スポット12がランドとグループの境界上に位置している状態にそれぞれ対応している。

【0058】メインビームである集光スポット12によるブッシュブル信号である $[(V23+V24+V25+V26+V31+V32+V33+V34)-(V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)]$ の波形は、図11(a)の実線のようにになる。図10に示す集光スポット82は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/4周期分だけディスク7の半径方向に図10の左側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット82によるブッシュブル信号である $[(V39+V40+V43+V44)-(V41+V42+V45+V46)]$ の波形は、図11(a)の実線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけ遅れて図11(b)の実線のようにになる。

【0059】また、図10に示す集光スポット83は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/4周期分だけディスク7の半径方向に図10の右側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット83によるブッシュブル信号である $[(V47+V48+V51+V52)-(V49+V50+V53+V54)]$ の波形は、図11(a)の実線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけ進んで図11(c)の実線のようにになる。図11(b)、図11(c)の実線の波形は逆相であり、図11(a)の実線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけずれているため、メインビームである集光スポット12によるブッシュブル信号と、サブビームである集光スポット82、83によるブッシュブル信号の和との差、すなわち差動ブッシュブル法によるトラック誤差信号である $[(V23+V24+V25+V26+V31$

$+V32+V33+V34)-(V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)]-K[(V39+V40+V43+V44+V47+V48+V51+V52)-(V41+V42+V45+V46+V49+V50+V53+V54)]$ (Kは定数)の波形は図11(d)の実線のようにになる。

【0060】ディスク7にラジアルチルトがない場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]$ の値は、集光スポット12がディスク7のグループ上またはランド上に位置する場合共に0となるため、その波形は、図11(e)の実線のようにになる。集光スポット82は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/4周期分だけディスク7の半径方向に図10の左側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット82によるラジアルチルト信号である $[(V39+V42+V44+V45)-(V40+V41+V43+V46)]$ の波形は、図11(e)の実線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけ遅れて、図11(f)の実線のようにになる。

【0061】また、集光スポット83は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/4周期分だけディスク7の半径方向に図10の右側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット83によるラジアルチルト信号である $[(V47+V50+V52+V53)-(V48+V49+V51+V54)]$ の波形は、図11(e)の実線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけ進んで、図11(g)の実線のようにになる。このため、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号と、サブビームである集光スポット82、83によるラジアルチルト信号の和との差、すなわち最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数)の波形は図11(h)の実線のようにになる。

【0062】ディスク7に正のラジアルチルトがある場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]$ の値は、集光スポット12がディスク7のグループ上に位置する場合は正、ランド上に位置する場合は負となるため、その波形は、図11(i)の実線のようにになる。集光スポット82は集光スポット12に対し、デ

ィスク7の溝の1/4周期分だけディスク7の半径方向に、図10の左側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット82によるラジアルチルト信号である $[(V39+V42+V44+V45)-(V40+V41+V43+V46)]$ の波形は、図11(i)の実線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけ遅れて、図11(j)の実線のようにになる。集光スポット83は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/4周期分だけディスク7の半径方向に図10の右側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット83によるラジアルチルト信号である $[(V47+V50+V52+V53)-(V48+V49+V51+V54)]$ の波形は、図11(i)の実線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけ進んで図11(k)の実線のようになる。

【0063】また、図11(j)、図11(k)の実線の波形は逆相であり、図11(i)の実線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけずれているため、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号と、サブビームである集光スポット82、83によるラジアルチルト信号の和との差、すなわち最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数)の波形は図11(l)の実線のようになる。

【0064】ディスク7に負のラジアルチルトがある場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]$ の値は、集光スポット12がディスク7のグループ上に位置する場合は負、ランド上に位置する場合は正となるため、その波形は図11(m)の実線のようになる。集光スポット82は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/4周期分だけディスク7の半径方向に、図10の左側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット82によるラジアルチルト信号である $[(V39+V42+V44+V45)-(V40+V41+V43+V46)]$ の波形は、図11(m)の実線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけ遅れて、図11(n)の実線のようになる。集光スポット83は集光スポット12に対し、ディスク7の溝の1/4周期分だけディスク7の半径方向に、図10の右側にずらして配置されているため、サブビームである集光スポット83によるラジアルチルト信号である $[(V47+V50+V52+V53)-(V48+V49+V51+V54)]$ の波形は、図11(m)の実線の波形に対して

位相が $\pi/2$ だけ進んで図11(o)の実線のようになる。

【0065】また、図11(n)、図11(o)の実線の波形は逆相であり、図11(m)の実線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけずれているため、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号と、サブビームである集光スポット82、83によるラジアルチルト信号の和との差、すなわち最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数)の波形は図11(p)の実線のようになる。

【0066】まず、図11(d)に示すトラック誤差信号を用いて、図中のaの状態すなわちグループに対してトラックサーボをかける場合について考える。ディスク7のラジアルチルトが0、正、負の場合、図11

(h)、(l)、(p)に示すラジアルチルト信号の値はそれぞれ0、正、負となる。従って、このラジアルチルト信号を用いてディスク7のラジアルチルトを検出することができる。次に、図11(d)に示すトラック誤差信号を用いて、図中のcの状態すなわちランドに対してトラックサーボをかける場合について考える。ディスク7のラジアルチルトが0、正、負の場合、図11

(h)、(l)、(p)に示すラジアルチルト信号の値はそれぞれ0、負、正となる。従って、このラジアルチルト信号を用いてディスク7のラジアルチルトを検出することができる。

【0067】対物レンズ6がディスク7の半径方向にシフトすると、ホログラム光学素子8上のメインビーム、サブビームもディスク7の半径方向にシフトする。メインビームが、図4中で左向きにシフトしたとすると、受光部23、24、33、34からの出力は増え、受光部27、28、37、38からの出力は減る。また、サブビームが、図4中で左向きにシフトしたとすると、受光部39、44、47、52からの出力は増え、受光部41、46、49、54からの出力は減る。

【0068】このとき、メインビームである集光スポット12によるブッシュブル信号である $[(V23+V24+V25+V26+V31+V32+V33+V34)-(V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)]$ の波形は、図11(a)の点線のようになる。サブビームである集光スポット82によるブッシュブル信号である $[(V39+V40+V43+V44)-(V41+V42+V45+V46)]$ の波形は図11(b)の点線のようになる。サブビームである集光スポット83によるブッシュブル信号である $[(V47+V48+V51+V52)-(V49+V$

50+V53+V54)] の波形は、図11(c)の点線のようになる。図11(b)、図11(c)の点線の波形は逆相であり、図11(a)の点線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけずれているが、直流成分の符号が全て同じであるため、差動プッシュプル法によるトラック誤差信号である[(V23+V24+V25+V26+V31+V32+V33+V34) - (V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)] - K [(V39+V40+V43+V44+V47+V48+V51+V52) - (V41+V42+V45+V46+V49+V50+V53+V54)] (Kは定数) の波形は、Kの値を適切に設定することにより、プッシュプル信号に生じるオフセットがメインビームとサブビームで相殺され、図11(d)の実線のようになる。

【0069】ディスク7にラジアルチルトがない場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36) - (V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)] の波形は、図11(e)の点線のようになる。サブビームである集光スポット82によるラジアルチルト信号である[(V39+V42+V44+V45) - (V40+V41+V43+V46)] の波形は図11(f)の点線のようになる。サブビームである集光スポット83によるラジアルチルト信号である[(V47+V50+V52+V53) - (V48+V49+V51+V54)] の波形は図11(g)の点線のようになる。図11(e)、図11(f)、図11(g)の点線の波形は直流成分の符号が全て同じであるため、最終的なラジアルチルト信号である[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36) - (V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)] - K [(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53) - (V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)] (Kは定数) の波形は、Kの値を適切に設定することにより、ラジアルチルト信号に生じるオフセットがメインビームとサブビームで相殺され、図11(h)の実線のようになる。

【0070】ディスク7に正のラジアルチルトがある場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36) - (V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)] の波形は、図11(i)の点線のようになる。サブビームである集光スポット82によるラジアルチルト信号である[(V39+V42+V44+V45) - (V40+V41+V43+V46)] の波形は図11(j)の点線のようになる。サブビームである集光ス

ット83によるラジアルチルト信号である[(V47+V50+V52+V53) - (V48+V49+V51+V54)] の波形は、図11(k)の点線のようになる。図11(j)、図11(k)の点線の波形は逆相であり、図11(i)の点線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけずれているが、直流成分の符号が全て同じであるため、最終的なラジアルチルト信号である[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36) - (V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)] - K [(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53) - (V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)] (Kは定数) の波形は、Kの値を適切に設定することにより、ラジアルチルト信号に生じるオフセットがメインビームとサブビームで相殺され、図11(l)の実線のようになる。

【0071】ディスク7に負のラジアルチルトがある場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36) - (V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)] の波形は、図11(m)の点線のようになる。サブビームである集光スポット82によるラジアルチルト信号である[(V39+V42+V44+V45) - (V40+V41+V43+V46)] の波形は図11(n)の点線のようになる。サブビームである集光スポット83によるラジアルチルト信号である[(V47+V50+V52+V53) - (V48+V49+V51+V54)] の波形は、図11(o)の点線のようになる。図11(n)、図11(o)の点線の波形は逆相であり、図11(m)の点線の波形に対して位相が $\pi/2$ だけずれているが、直流成分の符号が全て同じであるため、最終的なラジアルチルト信号である[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36) - (V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)] - K [(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53) - (V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)] (Kは定数) の波形は、Kの値を適切に設定することにより、ラジアルチルト信号に生じるオフセットがメインビームとサブビームで相殺され、図11(p)の実線のようになる。

【0072】すなわち、対物レンズ6がディスク7の半径方向にシフトしてもラジアルチルト信号にオフセットを生じず、ディスク7のラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0073】本発明の光ヘッド装置の第二の実施形態においては、サブビームである集光スポット82によるプッシュプル信号である[(V39+V40+V43+V44) - (V41+V42+V45+V46)] の波形

は、図11(b)の実線のようになり、サブビームである集光スポット83によるブッシュブル信号である

$[(V47+V48+V51+V52)-(V49+V50+V53+V54)]$ の波形は、図11(c)の実線のようになる。ここで、集光スポット82によるブッシュブル信号と、集光スポット83によるブッシュブル信号の差を、ランド／グループの位置検出信号と呼ぶ。このとき、ランド／グループの位置検出信号である

$[(V39+V40+V43+V44+V49+V50+V53+V54)-(V41+V42+V45+V46+V47+V48+V51+V52)]$ の値は、メインビームである集光スポット12がディスク7のグループ上に位置する場合は、正、ランド上に位置する場合は負となる。従って、ランド／グループの位置検出信号の符号により、集光スポット12がディスク7のランド、グループのどちらの上に位置するかを検出することが可能である。

【0074】[光ヘッド装置の第三の実施形態]本発明の光ヘッド装置の第三の実施形態は、図1に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態における、図2に示す回折光学素子3を、図12に示す回折光学素子84に置き換えたものである。

【0075】図12は回折光学素子84の平面図である。回折光学素子84は、図中に点線で示す対物レンズ6の有効径を含む領域に回折格子が形成された構成であり、入射光の光軸を通りディスク7の接線方向に平行な直線で、領域85、86の2つに分割されている。回折格子における格子の方向は領域85、86のいずれにおいてもディスク7の半径方向に平行であり、格子のボタンは領域85、86のいずれにおいても等間隔の直線状である。領域85と領域86における格子の位相は互いに π だけずれている。

【0076】ここで、格子のライン部とスペース部の位相差を例えば 0.232π とすると、入射光は0次光として約87.3%が透過し、 ± 1 次回折光としてそれぞれ約5.1%が回折される。 $+1$ 次回折光、 -1 次回折光を、図12でそれぞれ上側に回折される光、下側に回折される光とすると、領域85、86からの $+1$ 次回折光は位相が互いに π だけずれ、領域85、86からの -1 次回折光は位相が互いに π だけずれる。

【0077】図13にディスク7上の集光スポットの配置を示す。集光スポット12、87、88は、それぞれ回折光学素子84からの0次光、 $+1$ 次回折光、 -1 次回折光に相当し、同一のトラック11(グループまたはランド)上に配置されている。集光スポット87、88は、ディスク7の半径方向の左側と右側に強度が等しい2つのピークを持つ。

【0078】回折光学素子84を入射光の光軸を通り、ディスク7の接線方向に平行な直線で領域85、86の2つに分割し、領域85と領域86における格子の位相

を互いに π だけずらすことにより、対物レンズ6に入射するサブビームの位相を、光軸を通りディスク7の接線方向に平行な直線の左側と右側で互いに π だけずらすことは、ディスク7上の2つのサブビームの集光スポットをメインビームの集光スポットに対し、ディスク7の溝の $1/2$ 周期分だけディスク7の半径方向に互いに逆向きにずらして配置することと、トラック誤差信号に関しては等価である。その理由に関しては、例えば第57回応用物理学学会学術講演会講演予稿集第3分冊906頁(7p-E-1)に記載されている。同様に、両者はラジアルチルト信号に関しても等価である。

【0079】従って、本発明の光ヘッド装置の第三の実施形態におけるトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関わる各種の波形は、図6に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態におけるトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関わる各種の波形と同じである。すなわち、対物レンズ6がディスク7の半径方向にシフトしても、ラジアルチルト信号にオフセットを生じず、ディスク7のラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0080】本発明の光ヘッド装置の第三の実施形態においては、メインビームである集光スポット12と、サブビームである集光スポット87、88が、ディスク7の同一のトラック11上に配置されている。従って、トラックピッチが異なるディスクに対しても、集光スポット12、87、88の配置は変わらず、任意のトラックピッチのディスクに対してラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0081】[光ヘッド装置の第四の実施形態]本発明の光ヘッド装置の第四の実施形態は、図1に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態における、図2に示す回折光学素子3を、図14に示す回折光学素子89に置き換えたものである。

【0082】図14は回折光学素子89の平面図である。回折光学素子89は、図中に点線で示す対物レンズ6の有効径を含む領域に回折格子が形成された構成であり、入射光の光軸を通りディスク7の接線方向に平行な直線で、領域90、91の2つに分割されている。回折格子における格子の方向は領域90、91のいずれにおいても、ディスク7の半径方向に平行であり、格子のボタンは領域90、91のいずれにおいても等間隔の直線状である。領域90と領域91における格子の位相は互いに $\pi/2$ だけずれている。格子のライン部とスペース部の位相差を、例えば 0.232π とすると、入射光は0次光として約87.3%が透過し、 ± 1 次回折光としてそれぞれ約5.1%が回折される。 $+1$ 次回折光、 -1 次回折光を、図14でそれぞれ上側に回折される光、下側に回折される光とすると、領域90からの $+1$ 次回折光は領域91からの $+1$ 次回折光に対して位相が $\pi/2$ だけ進み、領域90からの -1 次回折光は領域91から

らの-1次回折光に対して位相が $\pi/2$ だけ遅れる。

【0083】図15にディスク7上の集光スポットの配置を示す。集光スポット12、92、93は、それぞれ回折光学素子89からの0次光、+1次回折光、-1次回折光に相当し、同一のトラック11（グループまたはランド）上に配置されている。集光スポット92は、ディスク7の半径方向の左側に強度が強く、右側に強度が弱い、2つのピークを持ち、集光スポット93は、ディスク7の半径方向の左側に強度が弱く、右側に強度が強い、2つのピークを持つ。

【0084】回折光学素子89を入射光の光軸を通りディスク7の接線方向に平行な直線で領域90、91の2つに分割し、領域90と領域91における格子の位相を互いに $\pi/2$ だけずらすことにより、対物レンズ6に入射するサブビームの位相を、光軸を通り、ディスク7の接線方向に平行な直線の左側と右側とで、互いに $\pi/2$ だけずらすことは、ディスク7上の2つのサブビームの集光スポットをメインビームの集光スポットに対し、ディスク7の溝の1/4周期分だけディスク7の半径方向に、互いに逆向きにずらして配置することと、トラック誤差信号に関しては等価である。その理由に関しては、例えばジャパニーズ・ジャーナル・オブ・アブライド・フィジックス第3巻第1部第3B号1761~1767頁に記載されている。同様に、両者はラジアルチルト信号に関しても等価である。

【0085】従って、本発明の光ヘッド装置の第四の実施形態におけるトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関わる各種の波形は、図11に示す本発明の光ヘッド装置の第二の実施形態におけるトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関わる各種の波形と同じである。すなわち、対物レンズ6がディスク7の半径方向にシフトしても、ラジアルチルト信号にオフセットを生じず、ディスク7のラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0086】本発明の光ヘッド装置の第四の実施形態においては、メインビームである集光スポット12とサブビームである集光スポット92、93がディスク7の同一のトラック11上に配置されている。従って、トラックピッチが異なるディスクに対しても、集光スポット12、92、93の配置は変わらず、任意のトラックピッチのディスクに対して、ラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0087】また、本発明の光ヘッド装置の第二の実施形態と同様に、集光スポット12がディスク7のランド、グループのどちらの上に位置するかを、ランド/グループの位置検出信号の符号により検出することが可能である。

【0088】〔光ヘッド装置の第五の実施形態〕本発明の光ヘッド装置の第五の実施形態は、図1に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態における、図2に示す

回折光学素子3を、図16に示す回折光学素子94に置き換えたものである。

【0089】図16は回折光学素子94の平面図である。回折光学素子94は、図中に点線で示す対物レンズ6の有効径を含む領域に、回折格子が形成された構成であり、入射光の光軸を通り、ディスク7の接線方向に平行な直線、および半径方向に平行な直線で、領域95~98の4つに分割されている。回折格子における格子の方向は領域95~98のいずれにおいても、ディスク7の半径方向に平行であり、格子のボタンは、領域95~98のいずれにおいても、等間隔の直線状である。領域95、98と、領域96、97における格子の位相は、互いに $\pi/2$ だけずれている。格子のライン部とスペース部の位相差を、例えば0.232 π とすると、入射光は、0次光として約87.3%が透過し、 ± 1 次回折光としてそれぞれ約5.1%が回折される。 $+1$ 次回折光、 -1 次回折光を、図16でそれぞれ上側に回折される光、下側に回折される光とすると、領域95、98からの $+1$ 次回折光は領域96、97からの $+1$ 次回折光に対して、位相が $\pi/2$ だけ進み、領域95、98からの -1 次回折光は、領域96、97からの -1 次回折光に対して位相が $\pi/2$ だけ遅れる。

【0090】図17に、光ヘッド装置に回折光学素子94を用いた場合のディスク7上の集光スポットの配置を示す。集光スポット12、99、100は、それぞれ回折光学素子94からの0次光、 $+1$ 次回折光、 -1 次回折光に相当し、同一のトラック11（グループまたはランド）上に配置されている。集光スポット99、100は、ディスク7の接線方向および半径方向に対して $\pm 45^\circ$ の方向に4つのサイドローブを持つ。

【0091】メインビームである集光スポット12によるブッシュブル信号である $[(V23+V24+V25+V26+V31+V32+V33+V34)-(V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)]$ の波形は、図11(a)の実線のようになる。ここで、回折光学素子94の領域95、96からの $+1$ 次回折光、領域97、98からの $+1$ 次回折光によるブッシュブル信号をそれぞれ集光スポット99によるプラス前側ブッシュブル信号および、プラス後側ブッシュブル信号と呼び、回折光学素子94の領域95、96からの -1 次回折光、領域97、98からの -1 次回折光によるブッシュブル信号を、それぞれ集光スポット100によるマイナス前側ブッシュブル信号、マイナス後側ブッシュブル信号と呼ぶ。このとき、サブビームである集光スポット99によるプラス前側ブッシュブル信号である $[(V39+V40)-(V41+V42)]$ 、集光スポット100によるマイナス後側ブッシュブル信号である $[(V51+V52)-(V53+V54)]$ の波形は、図11(b)の実線のようになる。

【0092】サブビームである集光スポット99による

31

プラス後側ブッシュブル信号である $[(V43+V44)-(V45+V46)]$ 、集光スポット100によるマイナス前側ブッシュブル信号である $[(V47+V48)-(V49+V50)]$ の波形は、図11(c)の実線のようになる。

【0093】このため、メインビームである集光スポット12によるブッシュブル信号と、サブビームである集光スポット99、100による前側、後側ブッシュブル信号の和との差、すなわち差動ブッシュブル法によるトラック誤差信号である $[(V23+V24+V25+V26+V31+V32+V33+V34)-(V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)]-K[(V39+V40+V43+V44+V47+V48+V51+V52)-(V41+V42+V45+V46+V49+V50+V53+V54)]$ (Kは定数) の波形は、図11(d)の実線のようになる。

【0094】ディスク7にラジアルチルトがない場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]$ の波形は、図11(e)の実線のようになる。

【0095】ここで、回折光学素子94の領域95、96からの+1次回折光、領域97、98からの+1次回折光によるラジアルチルト信号をそれぞれ集光スポット99によるプラス前側ラジアルチルト信号、プラス後側ラジアルチルト信号と呼び、回折光学素子94の領域95、96からの-1次回折光、領域97、98からの-1次回折光によるラジアルチルト信号をそれぞれ集光スポット100によるマイナス前側ラジアルチルト信号、マイナス後側ラジアルチルト信号と呼ぶ。このとき、サブビームである集光スポット99によるプラス前側ラジアルチルト信号である $[(V39+V42)-(V40+V41)]$ 、集光スポット100によるマイナス後側ラジアルチルト信号である $[(V52+V53)-(V51+V54)]$ の波形は、図11(f)の実線のようになる。サブビームである集光スポット99によるプラス後側ラジアルチルト信号である $[(V44+V45)-(V43+V46)]$ 、集光スポット100によるマイナス前側ラジアルチルト信号である $[(V47+V50)-(V48+V49)]$ の波形は、図11(g)の実線のようになる。

【0096】このため、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号と、サブビームである集光スポット99、100による前側、後側ラジアルチルト信号の和との差、すなわち最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数) の波形は、図11(h)の実線のようになる。

32

K $[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数) の波形は図11(h)の実線のようになる。

【0097】ディスク7に正のラジアルチルトがある場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]$ の波形は、図11(i)の実線のようになる。サブビームである集光スポット99によるプラス前側ラジアルチルト信号である $[(V39+V42)-(V40+V41)]$ 、集光スポット100によるマイナス後側ラジアルチルト信号である $[(V52+V53)-(V51+V54)]$ の波形は、図11(j)の実線のようになる。

【0098】サブビームである集光スポット99によるプラス後側ラジアルチルト信号である $[(V44+V45)-(V43+V46)]$ 、集光スポット100によるマイナス前側ラジアルチルト信号である $[(V47+V50)-(V48+V49)]$ の波形は、図11(k)の実線のようになる。このため、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号と、サブビームである集光スポット99、100による前側、後側ラジアルチルト信号の和との差、すなわち最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数) の波形は、図11(l)の実線のようになる。

【0099】ディスク7に負のラジアルチルトがある場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]$ の波形は、図11(m)の実線のようになる。サブビームである集光スポット99によるプラス前側ラジアルチルト信号である $[(V39+V42)-(V40+V41)]$ 、集光スポット100によるマイナス後側ラジアルチルト信号である $[(V52+V53)-(V51+V54)]$ の波形は、図11(n)の実線のようになる。サブビームである集光スポット99によるプラス後側ラジアルチルト信号である $[(V44+V45)-(V43+V46)]$ 、集光スポット100によるマイナス前側ラジアルチルト信号である $[(V47+V50)-(V48+V49)]$ の波形は、図11(o)の実線のようになる。このため、メインビームである集光

スポット 12 によるラジアルチルト信号と、サブビームである集光スポット 99、100 による前側、後側ラジアルチルト信号の和との差、すなわち最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$

(Kは定数)の波形は、図 11 (p) の実線のようになる。

【0100】対物レンズ 6 がディスク 7 の半径方向にシフトした場合のトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関わる各種の波形も、図 11 を参照して同様に説明できる。すなわち、対物レンズ 6 がディスク 7 の半径方向にシフトしてもラジアルチルト信号にオフセットを生じず、ディスク 7 のラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0101】本発明の光ヘッド装置の第五の実施形態においては、メインビームである集光スポット 12 と、サブビームである集光スポット 99、100 が、ディスク 7 の同一のトラック 11 上に配置されている。従って、トラックピッチが異なるディスクに対しても、集光スポット 12、99、100 の配置は変わらず、任意のトラックピッチのディスクに対してラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0102】本発明の光ヘッド装置の第五の実施形態においては、サブビームである集光スポット 99 によるプラス前側ブッシュブル信号である $[(V39+V40)-(V41+V42)]$ 、集光スポット 100 によるマイナス後側ブッシュブル信号である $[(V51+V52)-(V53+V54)]$ の波形は、図 11 (b) の実線のようになり、サブビームである集光スポット 99 によるプラス後側ブッシュブル信号である $[(V43+V44)-(V45+V46)]$ 、集光スポット 100 によるマイナス前側ブッシュブル信号である $[(V47+V48)-(V49+V50)]$ の波形は、図 11 (c) の実線のようになる。

【0103】ここで、集光スポット 99 によるプラス前側ブッシュブル信号と集光スポット 100 によるマイナス後側ブッシュブル信号の和と、集光スポット 99 によるプラス後側ブッシュブル信号と集光スポット 100 によるマイナス前側ブッシュブル信号の和との差を、ランド／グループの位置検出信号と呼ぶ。このとき、ランド／グループの位置検出信号である $[(V39+V40+V45+V46+V49+V50+V51+V52)-(V41+V42+V43+V44+V47+V48+V53+V54)]$ の値は、メインビームである集光スポット 12 がディスク 7 のグループ上に位置する場合は正、ランド上に位置する場合は負となる。従って、ラン

ド／グループの位置検出信号の符号により、集光スポット 12 がディスク 7 のランド、グループのどちらの上に位置するかを検出することが可能である。

【0104】本発明の光ヘッド装置の第四の実施形態においては、図 15 に示すように、集光スポット 92 はディスク 7 の半径方向の左側の強度が強く、集光スポット 93 はディスク 7 の半径方向の右側の強度が強い。このため、ディスク 7 の偏芯等により集光スポット 12、92、93 の列に対してトラック 11 が傾くと、正方向に傾いた場合と、負方向に傾いた場合で、集光スポット 92、93 によるブッシュブル信号の和の位相が大きく変化し、その結果、差動ブッシュブル信号の振幅が大きく変化する。

【0105】これに対し、本発明の光ヘッド装置の第五の実施形態においては、図 17 に示すように、集光スポット 99、100 は、共にディスク 7 の半径方向の強度分布が左右対称である。このため、ディスク 7 の偏芯等により集光スポット 12、99、100 の列に対して、トラック 11 が傾いても、正方向に傾いた場合と、負方向に傾いた場合で、集光スポット 99、100 によるブッシュブル信号の和の位相が変化せず、その結果、差動ブッシュブル信号の振幅が変化しない。

【0106】〔光ヘッド装置の第六の実施形態〕本発明の光ヘッド装置の第六の実施形態は、図 1 に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態における、図 2 に示す回折光学素子 3 を、図 18 に示す回折光学素子 101 に置き換えたものである。

【0107】図 18 は回折光学素子 101 の平面図である。回折光学素子 101 は、図中に点線で示す対物レンズ 6 の有効径を含む領域に、回折格子が形成された構成であり、入射光の光軸を通り、ディスク 7 の接線方向に平行な直線および半径方向に平行な 2 つの直線で、領域 102～107 の 6 つに分割されている。

【0108】対物レンズ 6 の有効径の内側においては、領域 102、103 の占める面積が、領域 104～107 の占める面積に比べて広い。回折格子における格子の方向は、領域 102～107 のいずれにおいても、ディスク 7 の半径方向に平行であり、格子のバタは領域 102～107 のいずれにおいても、等間隔の直線状である。領域 102、105、107 と、領域 103、104、106 における格子の位相は、互いに $\pi/2$ だけずれている。格子のライン部とスペース部の位相差を、例えば 0.232π とすると、入射光は 0 次光として約 87.3% が透過し、 ± 1 次回折光としてそれぞれ約 5.1% が回折される。 $+1$ 次回折光、 -1 次回折光を図 18 でそれぞれ上側に回折される光、下側に回折される光とすると、領域 102、105、107 からの $+1$ 次回折光は、領域 103、104、106 からの $+1$ 次回折光に対して、位相が $\pi/2$ だけ進み、領域 102、105、107 からの -1 次回折光は、領域 103、10

4、106からの-1次回折光に対して位相が $\pi/2$ だけ遅れる。

【0109】図19にディスク7上の集光スポットの配置を示す。集光スポット12、108、109は、それぞれ回折光学素子101からの0次光、+1次回折光、-1次回折光に相当し、同一のトラック11（グループまたはランド）上に配置されている。集光スポット108は、ディスク7の接線方向の中央かつ半径方向の左側に強度が強い1つのピーク、ディスク7の接線方向の前側および後側かつ半径方向の右側に強度が弱い2つのピークを持ち、集光スポット109は、ディスク7の接線方向の中央かつ半径方向の右側に強度が強い1つのピーク、ディスク7の接線方向の前側および後側かつ半径方向の左側に強度が弱い2つのピークを持つ。

【0110】メインビームである集光スポット12によるブッシュブル信号である $[(V23+V24+V25+V26+V31+V32+V33+V34)-(V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)]$ の波形は、図11(a)の実線のようになる。ここで、回折光学素子101の領域102、103からの+1次回折光、領域104、105からの+1次回折光、領域106、107からの+1次回折光によるブッシュブル信号をそれぞれ集光スポット108による中央ブッシュブル信号、前側ブッシュブル信号、後側ブッシュブル信号と呼び、回折光学素子101の領域102、103からの-1次回折光、領域104、105からの-1次回折光、領域106、107からの-1次回折光によるブッシュブル信号をそれぞれ集光スポット109による中央ブッシュブル信号、前側ブッシュブル信号、後側ブッシュブル信号と呼ぶ。

【0111】このとき、サブビームである集光スポット108による中央ブッシュブル信号、集光スポット109による前側ブッシュブル信号、後側ブッシュブル信号の波形は図11(b)の実線のようになる。サブビームである集光スポット108による前側ブッシュブル信号、後側ブッシュブル信号、集光スポット109による中央ブッシュブル信号の波形は、図11(c)の実線のようになる。このため、メインビームである集光スポット12によるブッシュブル信号と、サブビームである集光スポット108、109による中央、前側、後側ブッシュブル信号の和との差、すなわち差動ブッシュブル法によるトラック誤差信号である $[(V23+V24+V25+V26+V31+V32+V33+V34)-(V27+V28+V29+V30+V35+V36+V37+V38)]-K[(V39+V40+V43+V44+V47+V48+V51+V52)-(V41+V42+V45+V46+V49+V50+V53+V54)]$ （Kは定数）の波形は、図11(d)の実線のようになる。

【0112】ディスク7にラジアルチルトがない場合、

メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]$ の波形は、図11(e)の実線のようになる。

【0113】ここで、回折光学素子101の領域102、103からの+1次回折光、領域104、105からの+1次回折光、領域106、107からの+1次回折光によるラジアルチルト信号をそれぞれ集光スポット108による中央ラジアルチルト信号、前側ラジアルチルト信号、後側ラジアルチルト信号と呼び、回折光学素子101の領域102、103からの-1次回折光、領域104、105からの-1次回折光、領域106、107からの-1次回折光によるラジアルチルト信号をそれぞれ集光スポット109による中央ラジアルチルト信号、前側ラジアルチルト信号、後側ラジアルチルト信号と呼ぶ。

【0114】このとき、サブビームである集光スポット108による中央ラジアルチルト信号、集光スポット109による前側ラジアルチルト信号、後側ラジアルチルト信号の波形は図11(f)の実線のようになる。サブビームである集光スポット108による前側ラジアルチルト信号、後側ラジアルチルト信号、集光スポット109による中央ラジアルチルト信号の波形は、図11

(g)の実線のようになる。このため、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号と、サブビームである集光スポット108、109による中央、前側、後側ラジアルチルト信号の和との差、すなわち最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ （Kは定数）の波形は図11(h)の実線のようになる。

【0115】ディスク7に正のラジアルチルトがある場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]$ の波形は、図11(i)の実線のようになる。サブビームである集光スポット108による中央ラジアルチルト信号、集光スポット109による前側ラジアルチルト信号、後側ラジアルチルト信号の波形は、図11

(j)の実線のようになる。サブビームである集光スポット108による前側ラジアルチルト信号、後側ラジアルチルト信号、集光スポット109による中央ラジアルチルト信号の波形は、図11(k)の実線のようになる。このため、メインビームである集光スポット12に

よるラジアルチルト信号と、サブビームである集光スポット108、109による中央、前側、後側ラジアルチルト信号の和との差、すなわち最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数)の波形は図11(1)の実線のようにになる。

【0116】ディスク7に負のラジアルチルトがある場合、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]$ の波形は、図11(m)の実線のようにになる。

【0117】サブビームである集光スポット108による中央ラジアルチルト信号、集光スポット109による前側ラジアルチルト信号、後側ラジアルチルト信号の波形は図11(n)の実線のようにになる。サブビームである集光スポット108による前側ラジアルチルト信号、後側ラジアルチルト信号、集光スポット109による中央ラジアルチルト信号の波形は、図11(o)の実線のようにになる。このため、メインビームである集光スポット12によるラジアルチルト信号と、サブビームである集光スポット108、109による中央、前側、後側ラジアルチルト信号の和との差、すなわち最終的なラジアルチルト信号である $[(V23+V24+V29+V30+V33+V34+V35+V36)-(V25+V26+V27+V28+V31+V32+V37+V38)]-K[(V39+V42+V44+V45+V47+V50+V52+V53)-(V40+V41+V43+V46+V48+V49+V51+V54)]$ (Kは定数)の波形は図11(p)の実線のようにになる。

【0118】対物レンズ6がディスク7の半径方向にシフトした場合のトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関わる各種の波形も、図11を参照して同様に説明できる。すなわち、対物レンズ6がディスク7の半径方向にシフトしても、ラジアルチルト信号にオフセットを生じず、ディスク7のラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0119】本発明の光ヘッド装置の第六の実施形態においては、メインビームである集光スポット12とサブビームである集光スポット108、109が、ディスク7の同一のトラック11上に配置されている。従って、トラックピッチが異なるディスクに対しても、集光スポット12、108、109の配置は変わらず、任意のトラックピッチのディスクに対して、ラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0120】また、本発明の光ヘッド装置の第二の実施の形態と同様に、集光スポット12がディスク7のランド、グルーブのどちらの上に位置するかを検出することが可能である。

【0121】本発明の光ヘッド装置の第二の実施形態においては、図15に示すように、集光スポット92はディスク7の半径方向の左側の強度が強く、集光スポット93はディスク7の半径方向の右側の強度が強い。このため、ディスク7の偏芯等により集光スポット12、92、93の列に対して、トラック11が傾くと、正方向に傾いた場合と、負方向に傾いた場合で、集光スポット92、93によるブッシュブル信号の和の位相が大きく変化し、その結果、差動ブッシュブル信号の振幅が大きく変化する。

【0122】これに対し、本発明の光ヘッド装置の第六の実施形態においては、図19に示すように、集光スポット108はディスク7の接線方向の中央では半径方向の左側の強度、ディスク7の接線方向の前側および後側では、半径方向の右側の強度がそれぞれ強く、集光スポット109はディスク7の接線方向の中央では、半径方向の右側の強度、ディスク7の接線方向の前側および後側では、半径方向の左側の強度がそれぞれ強い。このため、ディスク7の偏芯等により集光スポット12、108、109の列に対して、トラック11が傾いても、正方向に傾いた場合と、負方向に傾いた場合とで、集光スポット108、109によるブッシュブル信号の和の位相が大きく変化せず、その結果、差動ブッシュブル信号の振幅が大きく変化しない。

【0123】〔光ヘッド装置の第七の実施形態〕図20に本発明の光ヘッド装置の第七の実施形態を示す。半導体レーザ1からの出射光は、コリメータレンズ2で平行光化され、回折光学素子3によりメインビームである0次光、サブビームである±1次回折光の3つの光に分割される。これらの光は、偏光ビームスプリッタ4にP偏光として入射して、ほぼ100%が透過し、1/4波長板5を透過して、直線偏光から円偏光に変換され、対物レンズ6でディスク7上に集光される。ディスク7からの3つの反射光は対物レンズ6を逆向きに透過し、1/4波長板5を透過して円偏光から往路と偏光方向が直交した直線偏光に変換され、偏光ビームスプリッタ4にS偏光として入射して、ほぼ100%が反射され、円筒(シリンダリカル)レンズ110、レンズ9を透過して光検出器111で受光される。光検出器111は円筒レンズ110、レンズ9の2つの焦点の間に設置されている。

【0124】本発明の光ヘッド装置の第七の実施形態における回折光学素子3の平面図は、図2に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態における回折光学素子3の平面図と同じである。また、本発明の光ヘッド装置の第七の実施形態におけるディスク7上の集光スポットの

配置は、図3に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態におけるディスク7上の集光スポットの配置と同じである。

【0125】図21に光検出器111の受光部のバタンと、光検出器111上の光スポットの配置を示す。光スポット136は回折光学素子3からの0次光に相当し、光軸を通りディスク7の接線方向に平行な5本の分割線、および半径方向に平行な1本の分割線で計12に分割された受光部112～123で受光される。

【0126】光スポット137は回折光学素子3からの+1次回折光に相当し、ディスク7の接線方向に平行な5本の分割線で6つに分割された受光部124～129で受光される。光スポット138は回折光学素子3からの-1次回折光に相当し、ディスク7の接線方向に平行な5本の分割線で6つに分割された受光部130～135で受光される。

【0127】図3に示すように、ディスク7上の集光スポット12～14の列は、接線方向であるが、円筒レンズ110およびレンズ9の作用により、光検出器111上の光スポット136～138の列は半径方向となる。

【0128】図21に示す光検出器111の受光部112～135からの出力を、それぞれV112～V135で表わすと、フォーカス誤差信号は、非点収差法により、 $[(V112+V113+V114+V121+V122+V123)-(V115+V116+V117+V118+V119+V120)]$ の演算から得られる。

【0129】トラック誤差信号は、差動ブッシュブル法により、 $[(V112+V113+V114+V118+V119+V120)-(V115+V116+V117+V121+V122+V123)]-K[(V124+V125+V126+V130+V131+V132)-(V127+V128+V129+V133+V134+V135)]$ (Kは定数)の演算から得られる。

【0130】ディスク7のラジアルチルトを検出するためのラジアルチルト信号は、 $[(V112+V114+V116+V118+V120+V122)-(V113+V115+V117+V119+V121+V123)]-K[(V124+V126+V128+V130+V132+V134)-(V125+V127+V129+V131+V133+V135)]$ (Kは定数)の演算から得られる。

【0131】また、メインビームである集光スポット12による再生信号は、 $[V112+V113+V114+V115+V116+V117+V118+V119+V120+V121+V122+V123]$ の演算から得られる。

【0132】本発明の光ヘッド装置の第七の実施形態におけるトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関

わる各種の波形は、図6に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態におけるトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関わる各種の波形と同じである。すなわち、対物レンズ6がディスク7の半径方向にシフトしても、ラジアルチルト信号にオフセットを生じず、ディスク7のラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0133】[光ヘッド装置の第八の実施形態]図22に本発明の光ヘッド装置の第八の実施形態を示す。半導体レーザ140、光検出器141がモジュール139内に設置されている。ここで、半導体レーザ140からディスク7への光路を往路とし、ディスク7から光検出器141への光路を復路として説明する。

【0134】半導体レーザ140からの出射光はコリメータレンズ2で平行光化され、偏光性回折光学素子142に異常光として入射して、メインビームである0次光、サブビームである±1次回折光の3つの光に分割される。これらの光は偏光性ホログラム光学素子143に常光として入射して、ほぼ100%が透過し、1/4波長板5を透過して、直線偏光から円偏光に変換され、対物レンズ6でディスク7上に集光される。ディスク7からの3つの反射光は対物レンズ6を逆向きに透過し、1/4波長板5を透過して円偏光から往路と偏光方向が直交した直線偏光に変換され、偏光性ホログラム光学素子143に異常光として入射して、+1次回折光として、ほぼ100%が回折され、偏光性回折光学素子142に常光として入射して、ほぼ100%が透過し、コリメータレンズ2を透過して、光検出器141で受光される。

【0135】本発明の光ヘッド装置の第八の実施形態における偏光性回折光学素子142の平面図は、図2に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態における回折光学素子3の平面図と同じである。偏光性回折光学素子142は、例えば複屈折性を有するニオブ酸リチウム基板上に、プロトン交換領域と、誘電体膜から成る2層の格子が形成された構成である。プロトン交換領域の深さと、誘電体膜の厚さを、適切に設計することにより、格子のライン部とスペース部の位相差を常光、異常光に対して独立に規定することができる。往路の異常光に対しては、格子のライン部とスペース部の位相差を例えば0.232πとすると、入射光は0次光として約87.3%が透過し、±1次回折光としてそれぞれ約5.1%が回折される。一方、復路の常光に対しては、格子のライン部とスペース部の位相差を0とすると、入射光はほぼ100%が透過する。

【0136】本発明の光ヘッド装置の第八の実施形態におけるディスク7上の集光スポットの配置は、図3に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態におけるディスク7上の集光スポットの配置と同じである。

【0137】本発明の光ヘッド装置の第八の実施形態における偏光性ホログラム光学素子143の平面図は、図4に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態にお

るホログラム光学素子8の平面図と同じである。

【0138】偏光性ホログラム光学素子143は、例えば複屈折性を有するニオブ酸リチウム基板上にプロトン交換領域と誘電体膜から成る2層の格子が形成された構成である。さらに、格子の断面形状は領域15～22のいずれにおいても2層の鋸歯状であり、プロトン交換領域の深さと誘電体膜の厚さを適切に設計することにより、鋸歯の上部と下部の位相差を常光、異常光に対して独立に規定することができる。往路の常光に対しては、鋸歯の上部と下部の位相差を0とすると、各領域への入射光はそれぞれほぼ100%が透過する。一方、復路の異常光に対しては、鋸歯の上部と下部の位相差を 2π とすると、各領域への入射光は+1次回折光としてそれぞれほぼ100%が回折される。

【0139】図23に光検出器141の受光部のボタンと光検出器141上の光スポットの配置を示す。光検出器141上には、半導体レーザ140、およびミラー144が設置されている。半導体レーザ140からの出射光はミラー144で反射されて、ディスク7へ向かう。光スポット177は偏光性回折光学素子142からの0次光のうち、偏光性ホログラム光学素子143の領域15からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部145、146の境界線上に集光される。光スポット178は偏光性回折光学素子142からの0次光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域16からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部147、148の境界線上に集光される。光スポット179は偏光性回折光学素子142からの0次光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域17からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部149、150の境界線上に集光される。光スポット180は偏光性回折光学素子142からの0次光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域18からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部151、152の境界線上に集光される。

【0140】光スポット181は偏光性回折光学素子142からの0次光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域20からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部153、154の境界線上に集光される。光スポット182は偏光性回折光学素子142からの0次光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域19からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部155、156の境界線上に集光される。光スポット183は偏光性回折光学素子142からの0次光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域22からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部15

7、158の境界線上に集光される。光スポット184は偏光性回折光学素子142からの0次光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域21からの+1次回折光に相当し、ディスク7の半径方向に平行な分割線で2つに分割された受光部159、160の境界線上に集光される。

【0141】また、光スポット185は偏光性回折光学素子142からの+1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域15からの+1次回折光に相当し、単一の受光部161上に集光される。光スポット186は偏光性回折光学素子142からの+1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域16からの+1次回折光に相当し、単一の受光部162上に集光される。光スポット187は偏光性回折光学素子142からの+1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域17からの+1次回折光に相当し、単一の受光部163上に集光される。光スポット188は偏光性回折光学素子142からの+1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域18からの+1次回折光に相当し、単一の受光部164上に集光される。光スポット189は偏光性回折光学素子142からの+1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域20からの+1次回折光に相当し、単一の受光部165上に集光される。

【0142】光スポット190は偏光性回折光学素子142からの+1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域19からの+1次回折光に相当し、単一の受光部166上に集光される。光スポット191は偏光性回折光学素子142からの+1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域22からの+1次回折光に相当し、単一の受光部167上に集光される。光スポット192は偏光性回折光学素子142からの+1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域21からの+1次回折光に相当し、単一の受光部168上に集光される。

【0143】また、光スポット193は偏光性回折光学素子142からの-1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域15からの+1次回折光に相当し、単一の受光部169上に集光される。光スポット194は偏光性回折光学素子142からの-1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域16からの+1次回折光に相当し、単一の受光部170上に集光される。光スポット195は偏光性回折光学素子142からの-1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域17からの+1次回折光に相当し、単一の受光部171上に集光される。光スポット196は偏光性回折光学素子142からの-1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域18からの+1次回折光に相当し、単一の受光部172上に集光される。

【0144】光スポット197は偏光性回折光学素子1

42からの-1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域20からの+1次回折光に相当し、単一の受光部173上に集光される。光スポット198は偏光性回折光学素子142からの-1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域19からの+1次回折光に相当し、単一の受光部174上に集光される。光スポット199は偏光性回折光学素子142からの-1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域22からの+1次回折光に相当し、単一の受光部175上に集光される。光スポット200は偏光性回折光学素子142からの-1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子143の領域21からの+1次回折光に相当し、単一の受光部176上に集光される。

【0145】ここで、受光部145~176からの出力をそれぞれV145~V176で表わすと、フォーカス誤差信号は、フーコー法により、 $[(V145+V147+V149+V151+V154+V156+V158+V160)-(V146+V148+V150+V152+V153+V155+V157+V159)]$ の演算から得られる。

【0146】トラック誤差信号は、差動ブッシュブル法により、 $[(V145+V146+V147+V148+V153+V154+V155+V156)-(V149+V150+V151+V152+V157+V158+V159+V160)]-K[(V161+V162+V165+V166+V169+V170+V173+V174)-(V163+V164+V167+V168+V171+V172+V175+V176)]$ (Kは定数)の演算から得られる。

【0147】ディスク7のラジアルチルトを検出するためのラジアルチルト信号は、 $[(V145+V146+V151+V152+V155+V156+V157+V158)-(V147+V148+V149+V150+V153+V154+V159+V160)]-K[(V161+V164+V166+V167+V169+V172+V174+V175)-(V162+V163+V165+V168+V170+V171+V173+V176)]$ (Kは定数)の演算から得られる。

【0148】また、メインビームである集光スポット12による再生信号は $[V145+V146+V147+V148+V149+V150+V151+V152+V153+V154+V155+V156+V157+V158+V159+V160]$ の演算から得られる。

【0149】本発明の光ヘッド装置の第八の実施形態におけるトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に關わる各種の波形は、図6に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態におけるトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に關わる各種の波形と同じである。すなわち、対物レンズ6がディスク7の半径方向にシフトして

もラジアルチルト信号にオフセットを生じず、ディスク7のラジアルチルトを正しく検出することができる。

〔光ヘッド装置の第九の実施形態〕図24に本発明の光ヘッド装置の第九の実施形態を示す。半導体レーザ140、光検出器201がモジュール139内に設置されている。

【0150】半導体レーザ140からの出射光はコリメータレンズ2で平行光化され、偏光性回折光学素子142に異常光として入射してメインビームである0次光、サブビームである±1次回折光の3つの光に分割される。これらの光は偏光性ホログラム光学素子202に常光として入射してほぼ100%が透過し、1/4波長板5を透過して直線偏光から円偏光に変換され、対物レンズ6でディスク7上に集光される。

【0151】ディスク7からの3つの反射光は対物レンズ6を逆向きに透過し、1/4波長板5を透過して円偏光から往路と偏光方向が直交した直線偏光に変換され、偏光性ホログラム光学素子202に異常光として入射して±1次回折光として大部分が回折され、偏光性回折光学素子142に常光として入射してほぼ100%が透過し、コリメータレンズ2を透過して光検出器201で受光される。光検出器201は偏光性ホログラム光学素子202、コリメータレンズ2の2つの焦線の中に設置されている。

【0152】本発明の光ヘッド装置の第九の実施形態における偏光性回折光学素子142の平面図は、図2に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態における回折光学素子3の平面図と同じである。偏光性回折光学素子142は、例えば複屈折性を有するニオブ酸リチウム基板上にプロトン交換領域と誘電体膜から成る2層の格子が形成された構成である。プロトン交換領域の深さと誘電体膜の厚さを適切に設計することにより、格子のライン部とスペース部の位相差を常光、異常光に対して独立に規定することができる。

【0153】往路の異常光に対しては、格子のライン部とスペース部の位相差を例えば 0.232π とすると、入射光は0次光として約87.3%が透過し、±1次回折光としてそれぞれ約5.1%が回折される。一方、復路の常光に対しては、格子のライン部とスペース部の位相差を0とすると、入射光はほぼ100%が透過する。

【0154】本発明の光ヘッド装置の第九の実施形態におけるディスク7上の集光スポットの配置は、図3に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態におけるディスク7上の集光スポットの配置と同じである。

【0155】図25は偏光性ホログラム光学素子202の平面図である。偏光性ホログラム光学素子202は±1次回折光に対して円筒レンズの働きをし、+1次回折光における母線および-1次回折光における母線は、ディスク7の半径方向に対してそれぞれ+45°および-45°の角度を成している。偏光性ホログラム光学素子

202における格子の方向はディスク7の接線方向にほぼ平行であるが、格子のボタンはディスク7の接線方向および半径方向を漸近線とする双曲線である。偏光性ホログラム光学素子202は、例えば複屈折性を有するニオブ酸リチウム基板上にプロトン交換領域と誘電体膜から成る2層の格子が形成された構成である。プロトン交換領域の深さと誘電体膜の厚さを適切に設計することにより、格子のライン部とスペース部の位相差を常光、異常光に対して独立に規定することができる。往路の常光に対しては、格子のライン部とスペース部の位相差を0とすると、入射光はほぼ100%が透過する。一方、復路の異常光に対しては、格子のライン部とスペース部の位相差を π とすると、入射光は ± 1 次回折光としてそれぞれ約40.5%が回折される。

【0156】図26に光検出器201の受光部のボタンと光検出器201上の光スポットの配置を示す。光検出器201上には半導体レーザ140およびミラー144が設置されている。半導体レーザ140からの出射光はミラー144で反射されてディスク7に向かう。

【0157】光スポット251は偏光性回折光学素子142からの0次光のうち偏光性ホログラム光学素子202からの+1次回折光に相当し、光軸を通りディスク7の接線方向に平行な5本の分割線および半径方向に平行な分割線で12に分割された受光部203~214で受光される。

【0158】光スポット252は偏光性回折光学素子142からの0次光のうち偏光性ホログラム光学素子202からの-1次回折光に相当し、光軸を通りディスク7の接線方向に平行な5本の分割線および半径方向に平行な分割線で12に分割された受光部215~226で受光される。

【0159】光スポット253は偏光性回折光学素子142からの+1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子202からの+1次回折光に相当し、ディスク7の接線方向に平行な5本の分割線で6つに分割された受光部227~232で受光される。光スポット254は偏光性回折光学素子142からの+1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子202からの-1次回折光に相当し、ディスク7の接線方向に平行な5本の分割線で6つに分割された受光部233~238で受光される。

【0160】光スポット255は偏光性回折光学素子142からの-1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子202からの+1次回折光に相当し、ディスク7の接線方向に平行な5本の分割線で6つに分割された受光部239~244で受光される。光スポット256は偏光性回折光学素子142からの-1次回折光のうち偏光性ホログラム光学素子202からの-1次回折光に相当し、ディスク7の接線方向に平行な5本の分割線で6つに分割された受光部245~250で受光される。

【0161】ディスク7上の集光スポット12~14の

列は接線方向であるが、偏光性ホログラム光学素子202およびコリメータレンズ2の作用により、光検出器201上の光スポット251、253、255および光スポット252、254、256の列は半径方向となる。また、偏光性ホログラム光学素子202の ± 1 次回折光における2つの母線は互いに直交しているため、光スポット251、253、255と光スポット252、254、256は、上下および左右の強度分布が互いに逆になる。

10 【0162】受光部203~250からの出力をそれぞれV203~V250で表わすと、フォーカス誤差信号は、非点収差法により、 $[(V203+V204+V205+V212+V213+V214+V218+V219+V220+V221+V222+V223)-(V206+V207+V208+V209+V210+V211+V215+V216+V217+V224+V225+V226)]$ の演算から得られる。

【0163】トラック誤差信号は差動プッシュプル法により、 $[(V203+V204+V205+V209+V210+V211+V218+V219+V220+V224+V225+V226)-(V206+V207+V208+V212+V213+V214+V215+V216+V217+V221+V222+V223)]-K[(V227+V228+V229+V236+V237+V238+V239+V240+V241+V248+V249+V250)-(V230+V231+V232+V233+V234+V235+V242+V243+V244+V245+V246+V247)]$ (Kは定数)の演算から得られる。

30 【0164】ディスク7のラジアルチルトを検出するためのラジアルチルト信号は $[(V203+V205+V207+V209+V211+V213+V216+V218+V220+V222+V224+V226)-(V204+V206+V208+V210+V212+V214+V215+V217+V219+V221+V223+V225)]-K[(V227+V229+V231+V234+V236+V238+V239+V241+V243+V246+V248+V250)-(V228+V230+V232+V233+V235+V237+V240+V242+V244+V245+V247+V249)]$ (Kは定数)の演算から得られる。また、メインビームである集光スポット12による再生信号は $[V203+V204+V205+V206+V207+V208+V209+V210+V211+V212+V213+V214+V215+V216+V217+V218+V219+V220+V221+V222+V223+V224+V225+V226]$ の演算から得られる。

50 【0165】本発明の光ヘッド装置の第九の実施形態におけるトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関

わる各種の波形は、図6に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態におけるトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関わる各種の波形と同じである。すなわち、対物レンズ6がディスク7の半径方向にシフトしてもラジアルチルト信号にオフセットを生じず、ディスク7のラジアルチルトを正しく検出することができる。

【0166】本発明の光ヘッド装置の実施形態としては、図20に示す第七の実施形態、図22に示す第八の実施形態、図24に示す第九の実施形態におけるディスク7上の集光スポットの配置を、図10に示すディスク7上の集光スポットの配置に変えた形態も考えられる。

【0167】本発明の光ヘッド装置の実施形態としては、図20に示す第七の実施形態における回折光学素子3、図22に示す第八の実施形態における偏光性回折光学素子142、図24に示す第九の実施形態における偏光性回折光学素子142を、別の回折光学素子または偏光性回折光学素子で置き換えた形態も考えられる。

【0168】別の回折光学素子または偏光性回折光学素子の平面図は、図12に示す回折光学素子84の平面図、図14に示す回折光学素子89の平面図、図16に示す回折光学素子94の平面図、または図18に示す回折光学素子101の平面図と同じである。

【0169】図1に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態においては、ディスク7で反射されたメインビーム、サブビームの各々を、図4に示すホログラム光学素子8により、ディスク7からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部である領域15、19、ディスク7からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部である領域16、20、ディスク7からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部である領域17、21、およびディスク7からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部である領域18、22の4つの領域に分割している。ディスク7からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部と中心部、およびディスク7からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部と中心部は、それぞれディスク7の接線方向に平行な分割線で隔てられている。

【0170】また、図20に示す本発明の光ヘッド装置の第七の実施形態においては、ディスク7で反射されたメインビーム、サブビームの各々を、図21に示す光検出器111により、ディスク7からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部である受光部112、114、118、120、124、126、130、132、ディスク7からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部である受光部113、119、125、131、ディスク7からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部である受光部115、117、121、123、127、129、133、135、およびディスク7からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部である受光部116、122、128、134の4つの領

域に分割している。ディスク7からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部と中心部、およびディスク7からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部と中心部は、それぞれディスク7の接線方向に平行な分割線で隔てられている。

【0171】これに対し、図28に示すホログラム光学素子262等により、ディスク7からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部と中心部、およびディスク7からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部と中心部が、それぞれディスク7の半径方向における左側、右側に設けられた楕円状の分割線で隔てられた形態も考えられる。図22に示す本発明の光ヘッド装置の第八の実施形態、図24に示す本発明の光ヘッド装置の第九の実施形態等に関しても同様である。

【0172】図1に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態、図20に示す本発明の光ヘッド装置の第七の実施形態、図22に示す本発明の光ヘッド装置の第八の実施形態、図24に示す本発明の光ヘッド装置の第九の実施形態等においては、半導体レーザからの出射光を回折光学素子または偏光性回折光学素子により0次光、±1次回折光の3つの光に分割し、0次光をメインビーム、±1次回折光をサブビームとして用いている。これに対し、半導体レーザからの出射光を回折光学素子または偏光性回折光学素子により0次光、+1次回折光または-1次回折光の2つの光に分割し、0次光をメインビーム、+1次回折光または-1次回折光のどちらか一方のみをサブビームとして用いる形態も考えられる。

【0173】また、1個の半導体レーザからの出射光を回折光学素子または偏光性回折光学素子により2つまたは3つの光に分割してメインビーム、サブビームとして用いる代わりに、2個または3個の半導体レーザからの出射光をそれぞれメインビーム、サブビームとして用いる形態も考えられる。このとき、サブビームの集光スポットをメインビームの集光スポットに対し、ディスクの半径方向にずらして配置するか、対物レンズに入射するサブビームの位相を、光軸を通りディスクの接線方向に平行な直線の左側と右側で互いにずらす。後者の場合、サブビームの光路中に、対物レンズに入射するサブビームの位相を、光軸を通りディスクの接線方向に平行な直線の左側と右側で互いにずらすための位相制御素子等の素子が挿入される。位相制御素子の形態としては、光軸を通りディスクの接線方向に平行な直線の左側と右側で厚さが異なる平行平板等が考えられる。

【0174】図8に示す本発明の光学式情報記録再生装置の第一の実施形態、図9に示す本発明の光学式情報記録再生装置の第二の実施形態においては、図1に示す本発明の光ヘッド装置の第一の実施形態に演算回路、駆動回路を付加しているが、本発明の光ヘッド装置の第二～第九の実施形態に演算回路、駆動回路を付加した形態も考えられる。本発明の光学式情報記録再生装置の実施形

態においては、グループとランドで、ラジアルチルトの補正を行うための演算回路、駆動回路から構成される回路の極性を切り換える。その際、メインビームの集光スポットがディスクのランド、グループのどちらの上に位置するかを検出することが必要である。ディスクに形成されているアドレス情報を再生すれば、このようなランド／グループの位置検出を間欠的に行うことが可能であるが、本発明の光ヘッド装置の第二、第四、第五、第六の実施の形態に演算回路、駆動回路を付加した形態においては、ランド／グループの位置検出信号を用いれば、ディスクに形成されているアドレス情報を再生しなくても、このようなランド／グループの位置検出を連続的に行うことが可能である。

【0175】なお、上記実施形態では、相変化型の光学式情報記録再生装置に用いる光ヘッド装置について説明したが、本発明は、相変化型の光学式情報記録再生装置に用いる光ヘッド装置に限らず、光磁気型の光学式情報記録再生装置に用いる光ヘッド装置にも適用することができる。また、光記録媒体として、スピンドルモータ等によって回転するディスク型の光記録媒体について説明したが、ディスク型の光記録媒体に限らず、カード型の光記録媒体やテープ型の光記録媒体に対しても、本発明の光ヘッド装置を適用することにより、トラックに直交する方向のチルトを検出し、そのチルト量に応じた補正を行い、記録再生特性に対する悪影響をなくすることができる。特に、平面性を完璧に保てない光記録媒体にとっては好適である。

【0176】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明の光ヘッド装置においては、光源からの出射光からメインビームとサブビームを生成し、光記録媒体で反射されたメインビーム、サブビームの各々を、光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部、光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部、光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部、および光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部の4つの領域に分割し、光記録媒体で反射されたメインビーム、サブビームの各々に対する、光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和と、光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和との差に基づいて、光記録媒体のラジアルチルトを検出する。このとき、サブビームの集光スポットをメインビームの集光スポットに対し、光記録媒体の半径方向にずらして配置するか、対物レンズに入射するサブビームの位相を、光軸を通り光記録媒体の接線方向に平行な直線の左側と右側で互いにずらす。

【0177】また、本発明の光学式情報記録再生装置に

においては、光記録媒体のラジアルチルトを検出することが可能な本発明の光ヘッド装置を用い、記録再生特性に対する悪影響がなくなるように光記録媒体のラジアルチルトの補正を行う。

【0178】本発明の光ヘッド装置および光学式情報記録再生装置の効果は、対物レンズが光記録媒体の半径方向にシフトしてもラジアルチルト信号にオフセットを生じず、光記録媒体のラジアルチルトを正しく検出することができることである。その理由は以下の通りである。

【0179】光記録媒体で反射されたメインビーム、サブビームの各々に対する、光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和と、光記録媒体からの0次光と-1次回折光の重なる領域の周辺部の強度と、光記録媒体からの0次光と+1次回折光の重なる領域の中心部の強度の和との差を、それぞれメインビーム、サブビームのラジアルチルト信号と呼ぶ。このとき、サブビームの集光スポットをメインビームの集光スポットに対し、光記録媒体の半径方向にずらして配置するか、対物レンズに入射するサブビームの位相を、光軸を通り光記録媒体の接線方向に平行な直線の左側と右側で互いにずらすため、光記録媒体にラジアルチルトがある場合のラジアルチルト信号はメインビームとサブビームで値が異なる。一方、対物レンズが光記録媒体の半径方向にシフトした場合、光検出器上の光スポットが光記録媒体の半径方向にシフトする量はメインビームとサブビームで同じであるため、ラジアルチルト信号に生じるオフセットもメインビームとサブビームで同じである。

【0180】従って、メインビームのラジアルチルト信号とサブビームのラジアルチルト信号の差を最終的なラジアルチルト信号とすると、光記録媒体にラジアルチルトがある場合のラジアルチルト信号はメインビームとサブビームで相殺されず、対物レンズが光記録媒体の半径方向にシフトした場合にラジアルチルト信号に生じるオフセットはメインビームとサブビームで相殺されるため、対物レンズが光記録媒体の半径方向にシフトしてもラジアルチルト信号にオフセットを生じず、光記録媒体のラジアルチルトを正しく検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ヘッド装置の第一の実施の形態を示す図である。

【図2】本発明の光ヘッド装置の第一の実施の形態における回折光学素子の平面図である。

【図3】本発明の光ヘッド装置の第一の実施の形態におけるディスク上の集光スポットの配置を示す図である。

【図4】本発明の光ヘッド装置の第一の実施の形態におけるホログラム光学素子の平面図である。

【図5】本発明の光ヘッド装置の第一の実施の形態における光検出器の受光部のボタンと光検出器上の光スポッ

トの配置を示す図である。

【図6】本発明の光ヘッド装置の第一の実施の形態におけるトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関わる各種の波形を示す図である。

【図7】本発明の光ヘッド装置の第一の実施の形態におけるラジアルチルト特性を示す図である。

【図8】本発明の光学式情報記録再生装置の第一の実施の形態を示す図である。

【図9】本発明の光学式情報記録再生装置の第二の実施の形態を示す図である。

【図10】本発明の光ヘッド装置の第二の実施の形態におけるディスク上の集光スポットの配置を示す図である。

【図11】本発明の光ヘッド装置の第二の実施の形態におけるトラック誤差信号およびラジアルチルト信号に関わる各種の波形を示す図である。

【図12】本発明の光ヘッド装置の第三の実施の形態における回折光学素子の平面図である。

【図13】本発明の光ヘッド装置の第三の実施の形態におけるディスク上の集光スポットの配置を示す図である。

【図14】本発明の光ヘッド装置の第四の実施の形態における回折光学素子の平面図である。

【図15】本発明の光ヘッド装置の第四の実施の形態におけるディスク上の集光スポットの配置を示す図である。

【図16】本発明の光ヘッド装置の第五の実施の形態における回折光学素子の平面図である。

【図17】本発明の光ヘッド装置の第五の実施の形態におけるディスク上の集光スポットの配置を示す図である。

【図18】本発明の光ヘッド装置の第六の実施の形態における回折光学素子の平面図である。

【図19】本発明の光ヘッド装置の第六の実施の形態におけるディスク上の集光スポットの配置を示す図である。

【図20】本発明の光ヘッド装置の第七の実施の形態を示す図である。

【図21】本発明の光ヘッド装置の第七の実施の形態における光検出器の受光部のボタンと光検出器上の光スポットの配置を示す図である。

【図22】本発明の光ヘッド装置の第八の実施の形態を示す図である。

【図23】本発明の光ヘッド装置の第八の実施の形態における光検出器の受光部のボタンと光検出器上の光スポットの配置を示す図である。

【図24】本発明の光ヘッド装置の第九の実施の形態を示す図である。

【図25】本発明の光ヘッド装置の第九の実施の形態における偏光性ホログラム光学素子の平面図である。

【図26】本発明の光ヘッド装置の第九の実施の形態における光検出器の受光部のボタンと光検出器上の光スポットの配置を示す図である。

【図27】従来の光ヘッド装置の構成を示す図である。

【図28】従来の光ヘッド装置におけるホログラム光学素子の平面図である。

【図29】従来の光ヘッド装置における光検出器の受光部のボタンと光検出器上の光スポットの配置を示す図である。

10 【図30】ディスクからの反射光の強度分布の計算例を示す図である。

【図31】ディスクからの反射光の強度分布の計算例を示す図である。

【図32】ディスクからの反射光の強度分布の計算例を示す図である。

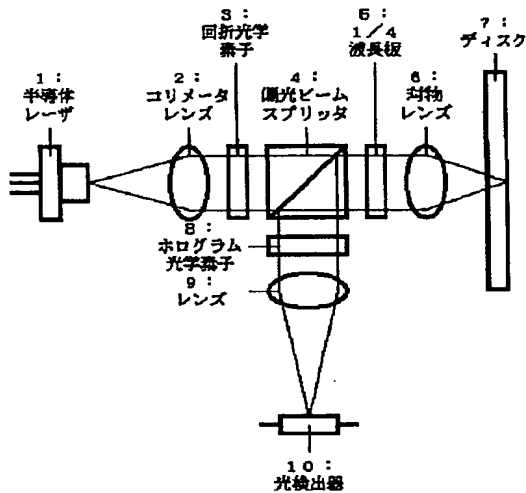
【符号の説明】

- 1 半導体レーザ
- 2 コリメータレンズ
- 3 回折光学素子
- 20 4 偏光ビームスプリッタ
- 5 1/4波長板
- 6 対物レンズ
- 7 ディスク
- 8 ホログラム光学素子
- 9 レンズ
- 10 光検出器
- 11 トラック
- 12~14 集光スポット
- 15~22 領域
- 23~54 受光部
- 55~78 光スポット
- 79 演算回路
- 80、81 駆動回路
- 82、83 集光スポット
- 84 回折光学素子
- 85、86 領域
- 87、88 集光スポット
- 89 回折光学素子
- 90、91 領域
- 92、93 集光スポット
- 94 回折光学素子
- 95~98 領域
- 99、100 集光スポット
- 101 回折光学素子
- 102~107 領域
- 108、109 集光スポット
- 110 円筒レンズ
- 111 光検出器
- 112~135 受光部
- 50 136~138 光スポット

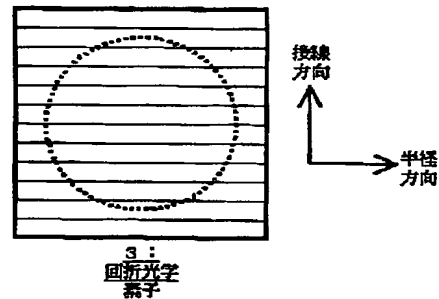
139 モジュール
 140 半導体レーザ
 141 光検出器
 142 偏光性回折光学素子
 143 偏光性ホログラム光学素子
 144 ミラー
 145～176 受光部
 177～200 光スポット
 201 光検出器
 202 偏光性ホログラム光学素子
 203～250 受光部
 251～256 光スポット
 257 半導体レーザ

* 258 コリメータレンズ
 259 ハーフミラー
 260 対物レンズ
 261 ディスク
 262 ホログラム光学素子
 263 レンズ
 264 光検出器
 265、266 領域
 267～270 受光部
 10 271～273 光スポット
 274～286 領域
 288、289 領域
 *

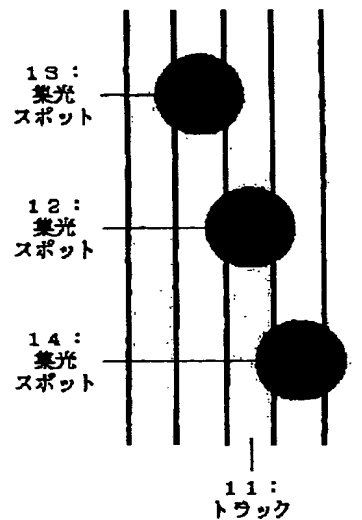
【図1】



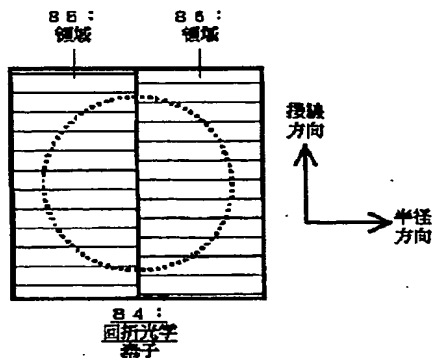
【図2】



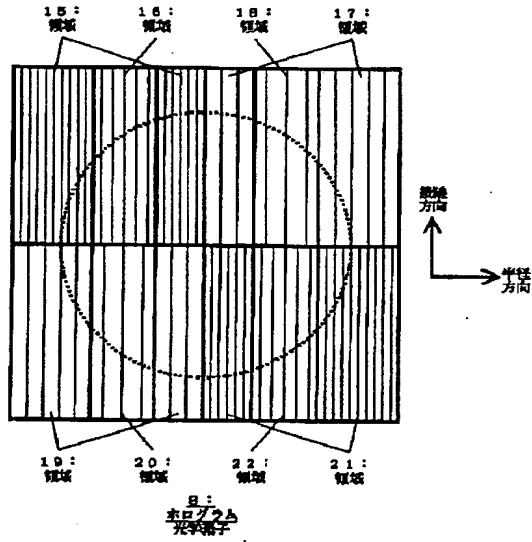
【図3】



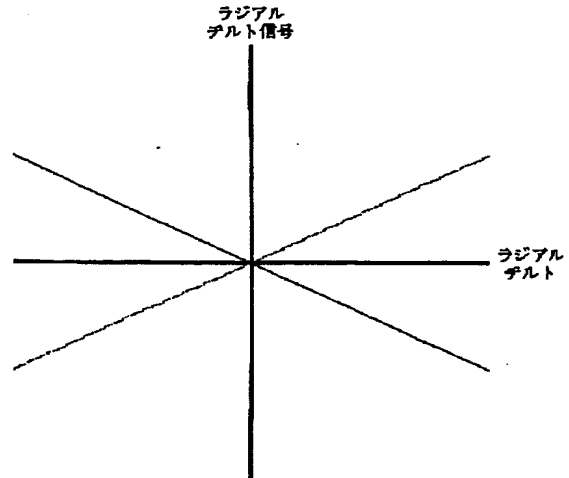
【図12】



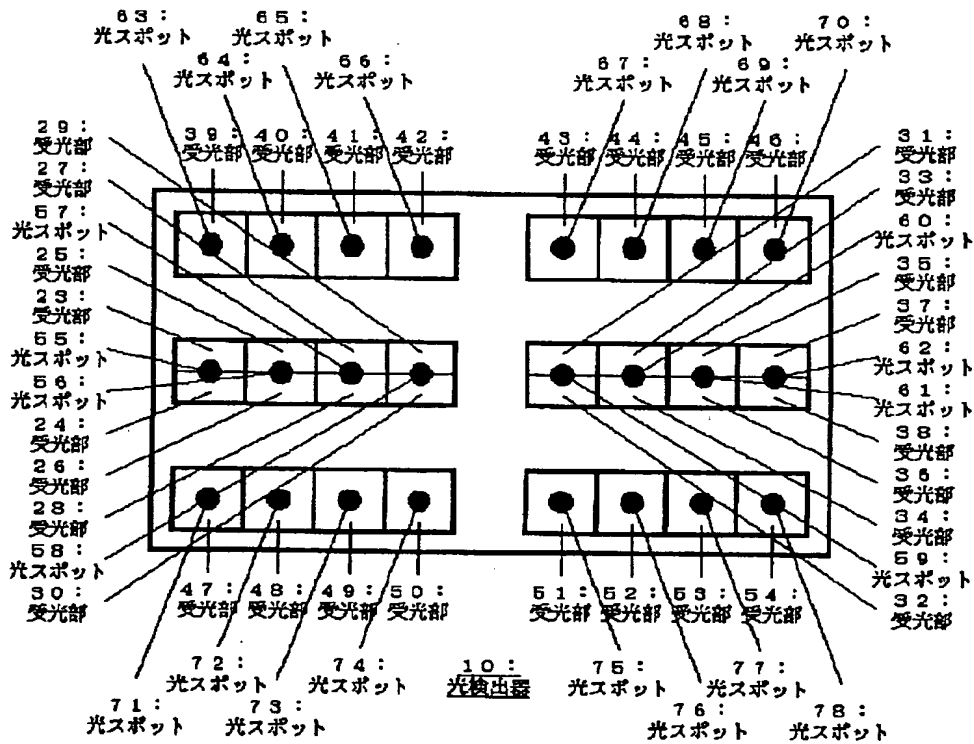
【図4】



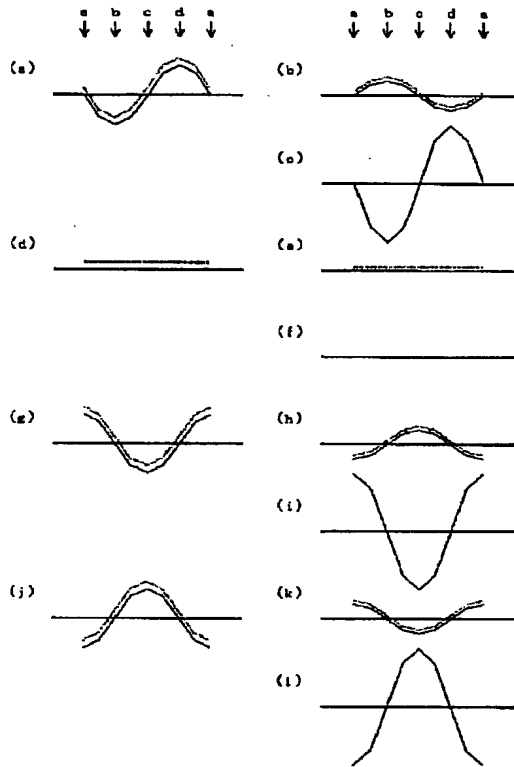
【図7】



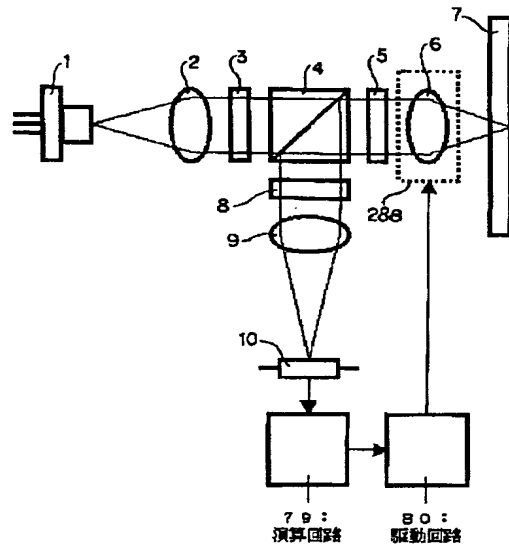
【図5】



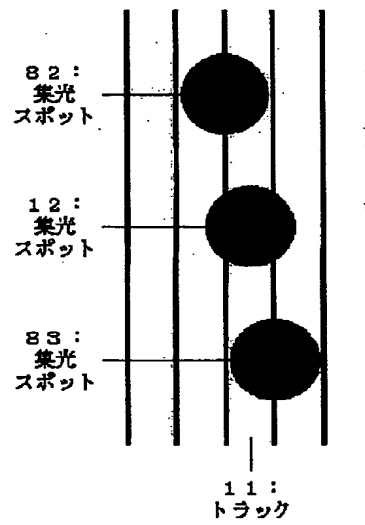
【図6】



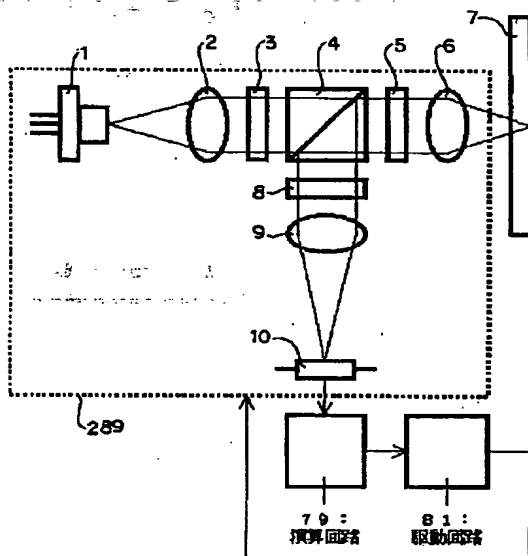
【図8】



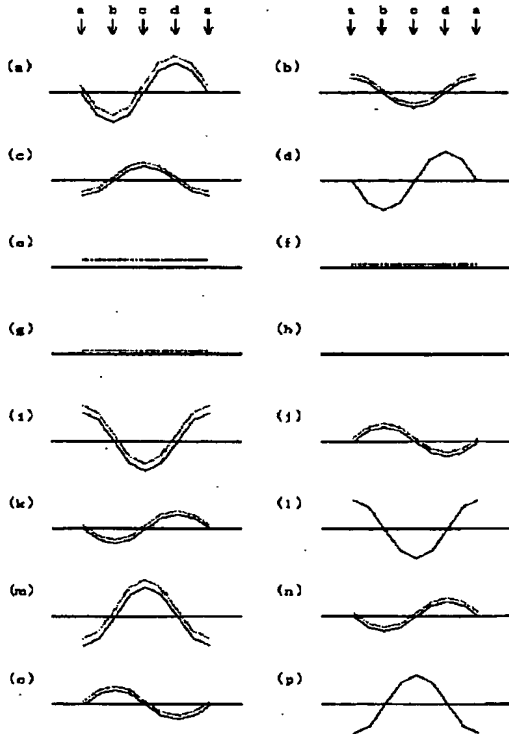
【図10】



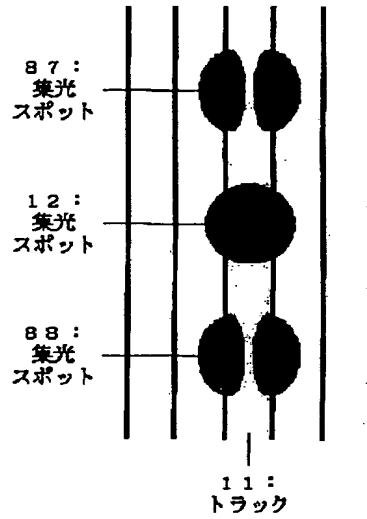
【図9】



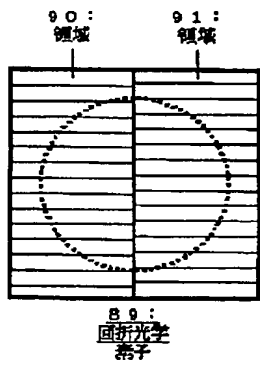
【図11】



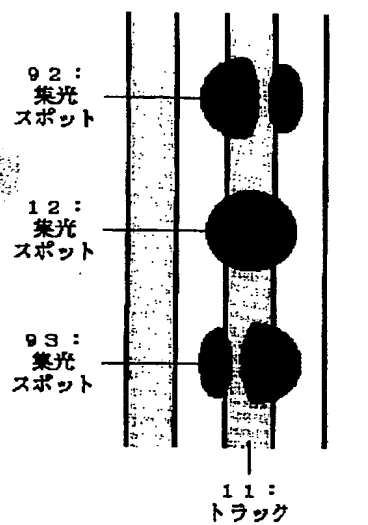
【図13】



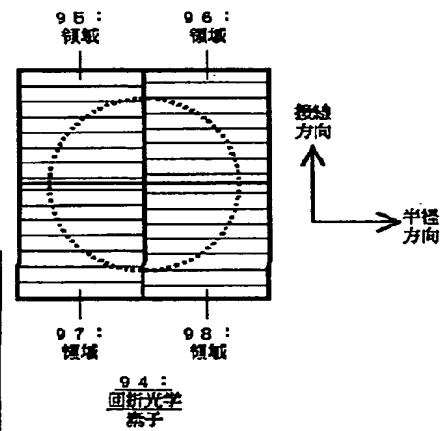
【図14】



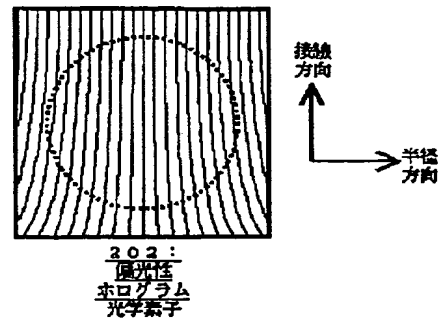
【図15】



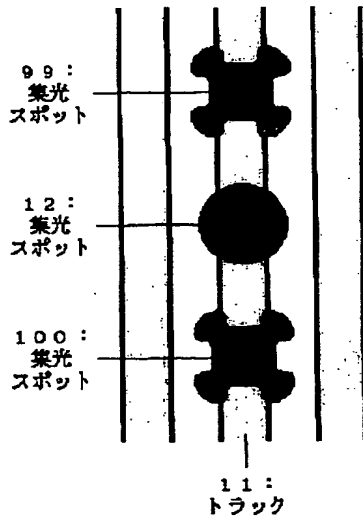
【図16】



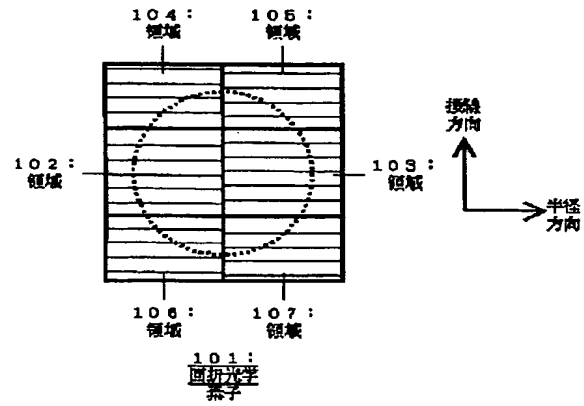
【図25】



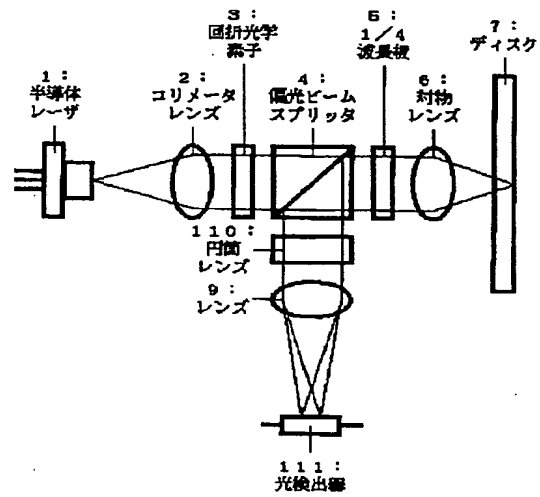
【図17】



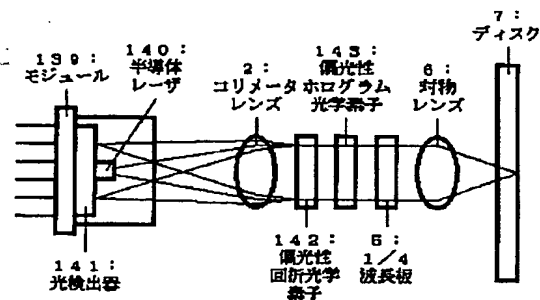
【図18】



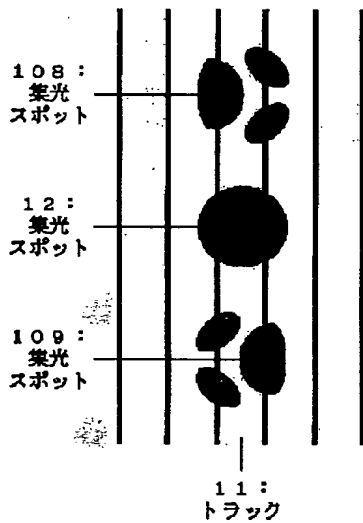
【図20】



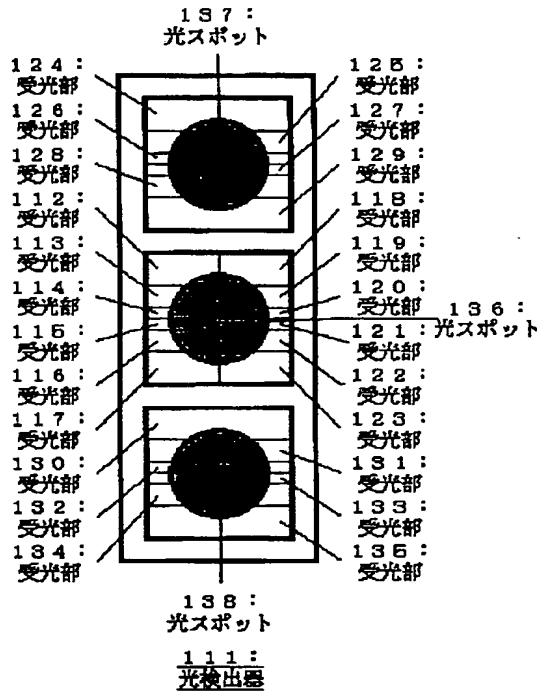
【図22】



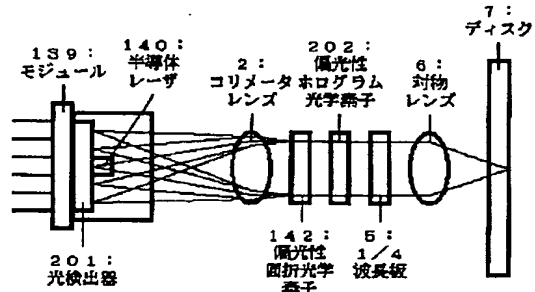
【図19】



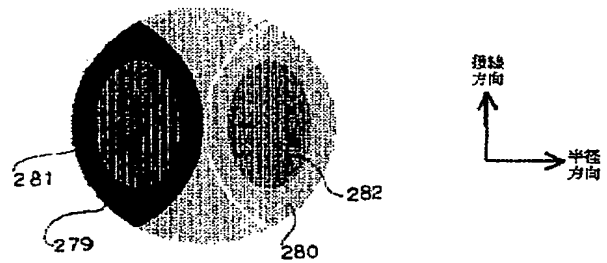
【図21】



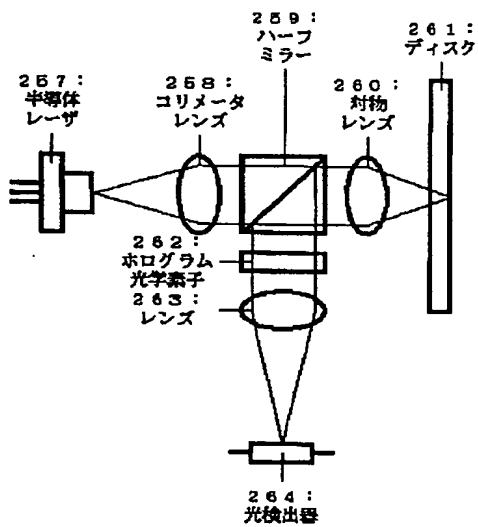
【図24】



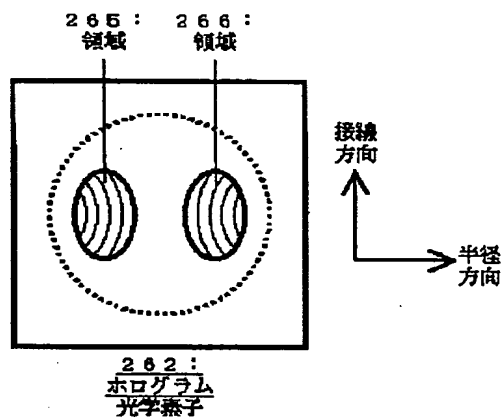
【図31】



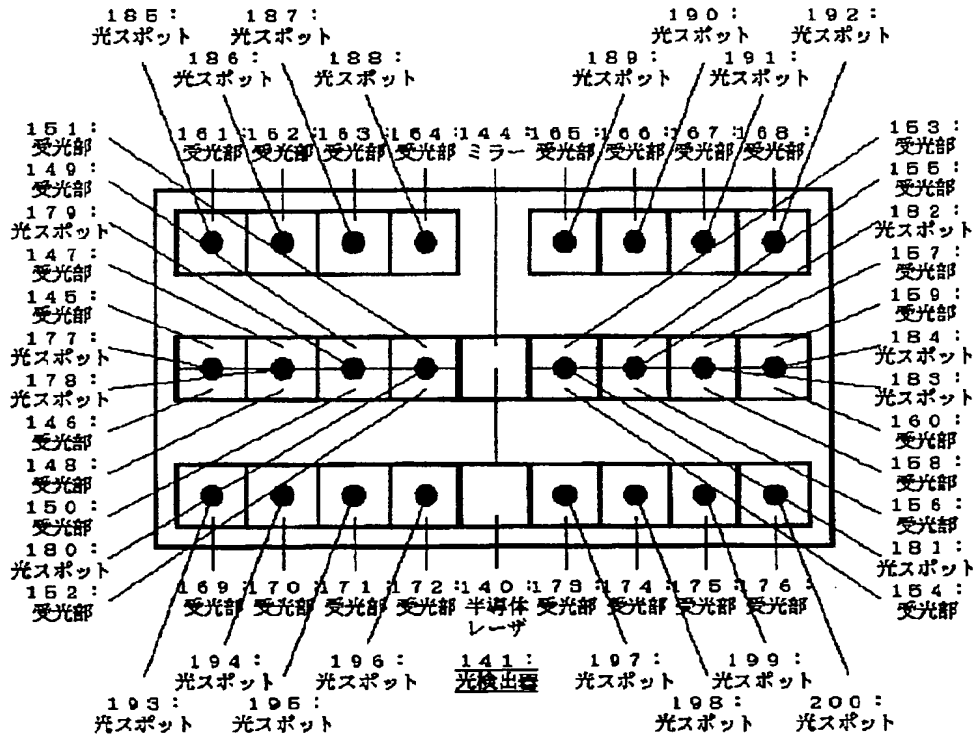
【図27】



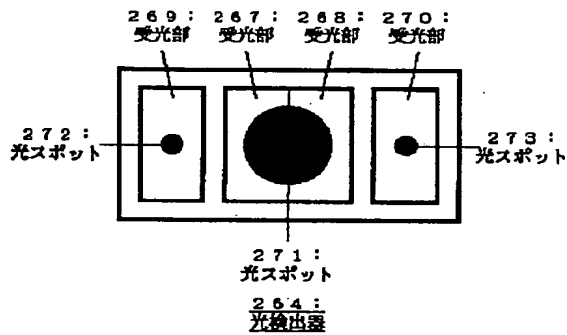
【図28】



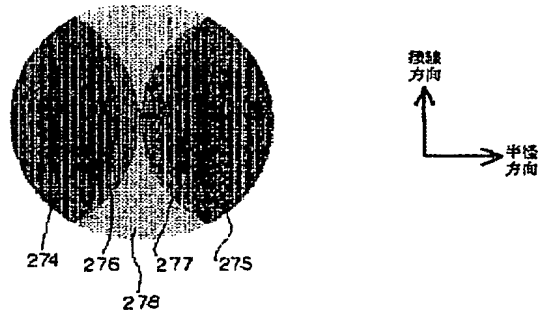
【図23】



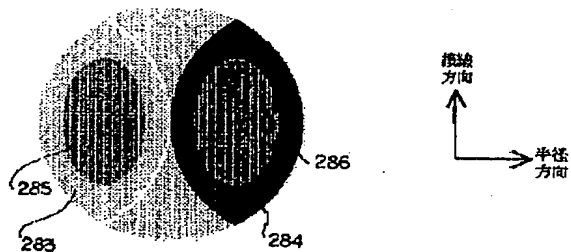
【図29】



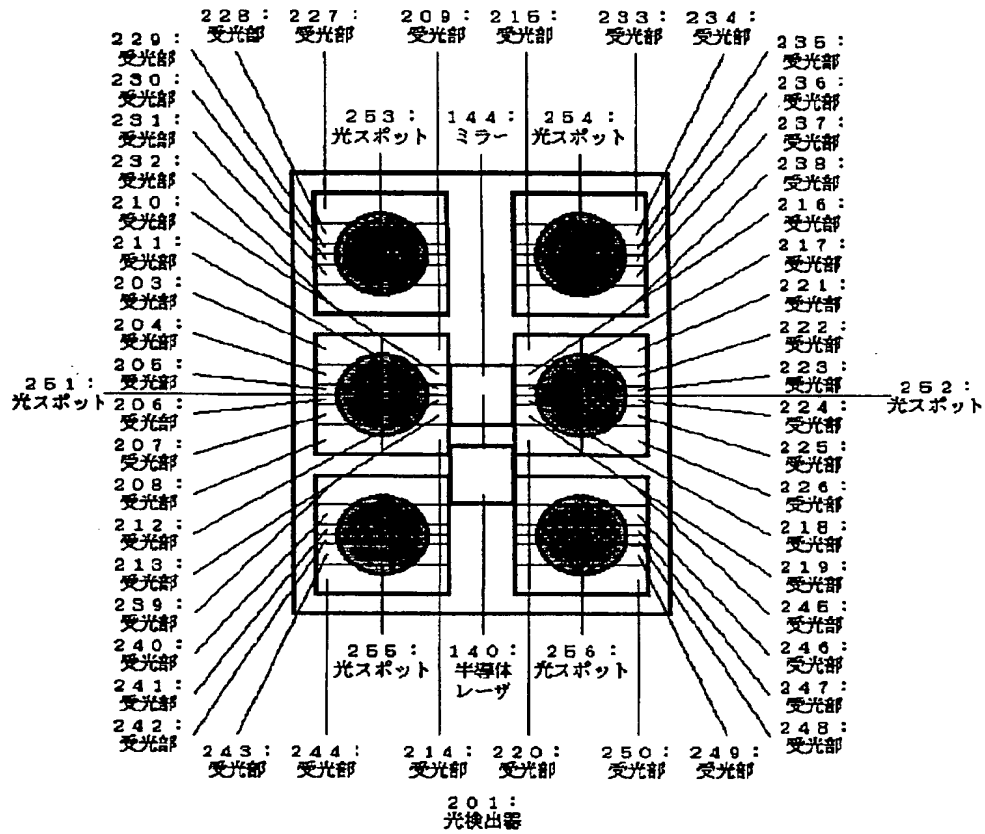
【図30】



【図32】



【図26】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.